

Reptes i Oportunitats en Sanitat en Aqüicultura per a les empreses

Dr. Francesc Padrós

Francesc.padros@uab.cat

Servei de Diagnòstic Patològic en Peixos.

Facultat de Veterinària

Universitat Autònoma de Barcelona



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Pesca, Alimentació i Medi Natural**

Amb el suport de:



Competitivitat per l'empresa



DL: B-16077/2012

ISBN: 84-940022-0-1

Edició: IRTA. Institut de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries

Impressió: CTC. Computer Trade Components, SL

© **IRTA**

ÍNDIX

<i>I. Agraïments.....</i>	<i>i</i>
1. L'aqüicultura: algunes dades i consideracions generals.....	1
1.1 Oportunitats de negoci: on? de quina manera?	6
1.2 La Xina com a gegant mundial, també en aquicultura	6
2. Aquicultura tecnificada	8
2.1 Visions globals: situacions particulars.....	10
3. La sanitat com a necessitat i oportunitat específica de negoci.....	14
3.1 Productes zosanitaris: comparació entre espècies (Espanya).....	15
4. La sanitat dins de l'aqüicultura des del punt de vista econòmic.....	20
4.1 Una breu introducció	20
4.2 Valoració	23
4.2.1 Economia en sanitat animal i de la sanitat aquícola.....	23
4.2.2 Alguns exemples	24
4.2.2.1 Exemples d'eines de valoració econòmica de la malaltia aplicats a l'aqüicultura	26
<i>El cost del tractament per peix.....</i>	<i>26</i>
<i>Els marges del tractament</i>	<i>27</i>
<i>Elaboració de Pressupostos Parcial (Partial Budgeting).....</i>	<i>28</i>
<i>Anàlisi de costos-beneficis</i>	<i>29</i>
<i>Determinació del punt d'equilibri /lindar de rendibilitat</i>	<i>30</i>
<i>Anàlisi per arbres de decisió</i>	<i>32</i>

ÍNDEX

<i>Simulació de sistemes</i>	33
<i>Programació lineal</i>	34
<i>Programació dinàmica</i>	35
4.2.3 Alguns exemples concrets d'anàlisi econòmiques en sanitat aqüícola	36
4.3 Malaltia equival només a mortalitats...o hi ha més consideracions?	39
5. Gestió de la prevenció del tractament de les malalties en aqüicultura: possibilitats de negoci concrets	47
5.1 Productes terapèutics	48
5.2 Productes terapèutics per ús en aqüicultura: problemàtica general	51
5.3 Antibiòtics	54
5.4 Antiparasitaris i antifúngics (via oral)	60
5.5 Desinfectants i antiparasitaris externs	63
5.6 Productes immunoprofilàctics: immunològics (vacunes)	68
5.7 Altres productes amb relació directe amb salut i benestar en peixos (nutricionals)	74
<i>Dietes normals i dietes salut</i>	74
<i>Immunomoduladors</i>	77
<i>Probiòtics</i>	80
<i>Prebiòtics</i>	84
<i>Anestèsics / Tranquil·litzants</i>	87
<i>Substàncies naturals</i>	90
5.8 Productes utilitzats en operacions relacionades amb prevenció i higiene	93

ÍNDEX

5.9 Materials, aparells, maquinària i sistemes auxiliars directament relacionats amb operacions del sector “salut”	95
5.9.1 Màquines de vacunació.....	96
5.9.2 Xarxes “friendly”	97
5.9.3 Recobriments de tancs	99
5.9.4 Sistemes de bioseguretat per a circuits tancats	100
5.9.5 Sistemes de biocontenció, emmagatzematge i gestió de materials bioperil·losos	101
5.9.6 Sistemes de tractament d’efluents	102
5.9.7 Expertesa.....	104
6. Bibliografia	109



Agraïments

Aquest document no hauria estat possible sense l'ineestimable ajuda de tots els companys i amics que he tingut la sort de conèixer durant tots aquests anys que he estat treballant en el camp de la sanitat en aqüicultura. Les seves opinions, idees i consells estan a la base d'aquest informe i només d'ells és el mèrit que pugui tenir aquest document. En especial, voldria agrair a la Dra. Silvia Crespo, la meva “jefa” i a en Carles Zarza, col·lega i amic, per tot el que m'ha permès aprendre treballant al seu costat. També voldria agrair a ACCIÓ, al Clúster d'Aqüicultura de Catalunya i, especialment, a Cristóbal Aguilera, per donar-me l'oportunitat de poder expressar la meva visió dels reptes i oportunitats en aquest sector.

Aquest estudi ha estat finançat pel
Pla de Dinamització del Clúster Aqüícola de
Catalunya, AqüiCAT,
impulsat per IRTA i ACCIÓ,
Fons Europeu de Desenvolupament Regional
(FEDER) de la Unió Europea,
L'Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita i
La Xarxa de Referència de R+D+I en Aqüicultura
(XRAq) i amb el suport del
Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca,
Alimentació i Medi Natural
de la Generalitat de Catalunya.



1. L'aqüicultura: algunes dades i consideracions generals

1

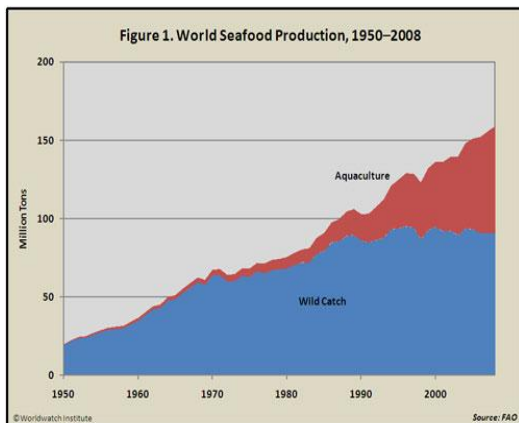
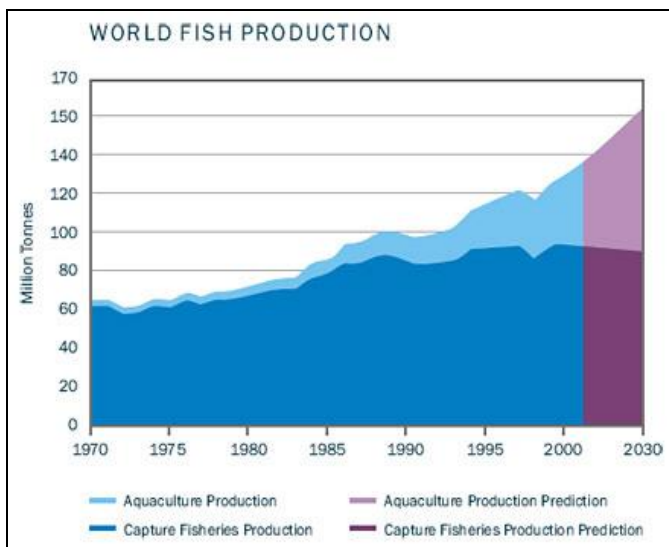


Figura 1. Evolució de la pesca i l'aqüicultura al món

L'aqüicultura, com a activitat productiva primària, continua essent una activitat amb un constant **creixement** en els darrers anys a nivell mundial (veure figura 1)¹. En aquests informes s'expressen diferents visions globals d'aquesta activitat, tant des del punt de vista productiu com econòmic i

¹ Gràfica 1. *Fishery and Aquaculture Statistics: Aquaculture production*. FAO 2008 yearbook i *The State of Fisheries and Aquaculture 2010*/FAO Rome/Roma.

quines són les tendències més actuals pel que fa al seu desenvolupament (figura 2)².



2

Figura 2. Tendències mundials en producció aqüícola

Aquesta activitat productiva, a la vegada, genera en el seu entorn un gran nombre d'activitats industrials i econòmiques associades. L'activitat aqüícola no es podria desenvolupar sense el

² Figura 2: *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2010*. FAO (<http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s00.htm>) .
Fuente: *Agriculture: Towards 2015/2030*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y3557e/y3557e00.pdf>

recolzament tecnològic i industrial que permet disposar d'aquells recursos del coneixement científic i tècnic que fan que aquesta activitat productiva es pugui realitzar d'una manera eficient, sostenible, econòmicament profitosa i adaptada a cadascun dels diferents entorns on pot operar.

En comparació amb altres activitats productives, com les agrícoles o ramaderes, tot i que en alguns aspectes es comparteixen punts comuns en quant a bases tecnològiques i processos productius, podríem dir que l'aqüicultura, per les seves característiques, requereix d'uns desenvolupaments tecnològics específics especialment pensats, dissenyats i desenvolupats per a aquesta activitat. Tanmateix, en un bon nombre de casos, aquests desenvolupaments de nous recursos tecnològics no han de partir de zero, sinó que poden ser aportats o adaptats des de l'experiència de sectors tecnològics ja existents i que ja donen servei a activitats industrials o agrícoles.

Existeixen nombrosos exemples de com l'activitat industrial és necessària per dur a terme activitats productives aqüícoles: des del disseny de ginyes flotants per al manteniment dels peixos en mar

oberta (gàbies, centres d'alimentació, plataformes de control, etc.), passant per la indústria naval especialitzada (vaixells dissenyats per operar en instal·lacions aqüícoles), sistemes hidràulics especialitzats per mantenir sistemes de recirculació, disseny i producció de tancs especialment dissenyats per a espècies i operatives especials, sistemes de bombéig eficients per a grans cabals en instal·lacions en terra, sistemes específics de biometria i classificació d'animals, tecnologia de sistemes pneumàtics per a l'administració automatitzada d'aliment, sistemes electrònics de monitorització i seguiment *on-line* via sondes i altres sistemes de detecció, producció de xarxes amb característiques específiques per al cultiu amb gàbies, tecnologia per al sacrifici i processat dels animals produïts, etc.

En molts d'aquests exemples, el tipus de tecnologia necessària pot estar molt més a l'abast dels productors a partir de sectors propers, com poden ser el sector de la pesca (per exemple: dis-



Foto: Norsk Havbrucksenter

seny i construcció de vaixells en drassanes especialitzades per a pesca, empreses de producció de xarxes, etc.), indústria de la gestió de l'aigua (bombes, canonades, sistemes de filtració, i desinfecció i gestió en recirculació), indústria mediambiental (depuradores, gestió de residus) o indústria agroalimentària (sistemes de biometria, disseny de dietes i pinsos específics, sistemes de distribució d'aliment, maquinària de classificació i empaquetatge), entre d'altres.

Per tant, a l'ombra de l'activitat de l'aqüicultura es desenvolupa un extens ventall tant de necessitats com d'oportunitats de negoci .

1.1 Oportunitats de negoci: on?, de quina manera?

D'aquesta visió general, els aspectes que considerem més importants per valorar aquestes oportunitats poden ser, per un costat, els volums de producció i, per l'altre costat, la tipologia de la producció. Sobre aquests dos grans aspectes podem veure, a grans trets, aquests exemples:

1.2 La Xina com a gegant mundial, també en aqüicultura

La Xina continua essent, de molt, el país amb un major volum de producció en Aqüicultura (més de 32 milions de tones produïdes el 2008), seguida de molt lluny per l'Índia, Vietnam, Indonèsia, Tailàndia i Bangladesh (amb unes produccions entre 1 i 3 milions de tones). Es tracta d'un tipus de producció encara molt basada en sistemes

extensius o semiintensius i amb molt baixa o reduïda tecnificació (figura 3).

7

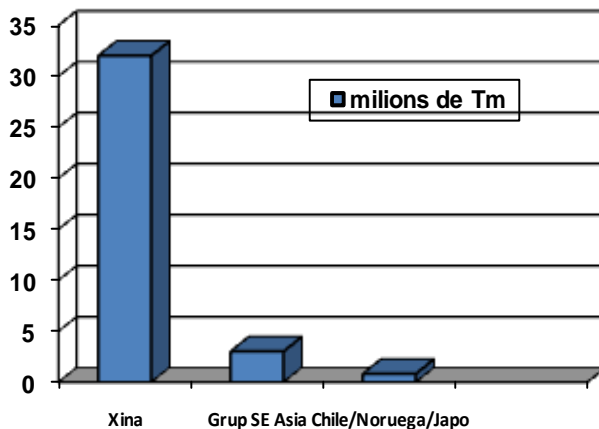


Figura 3. Comparativa entre la producció xinesa aqüícola i la de la resta dels grans països productors.

2. Aqüicultura tecnificada

Darrera aquests països asiàtics, apareixen Noruega i Xile, amb produccions similars (al voltant de les 800.000 tones, tot i que Xile ha patit als darrers anys un greu problema precisament relacionat amb la gestió sanitària) i propers a aquests estan països com Japó o Filipines, amb produccions al voltant de les 700.000 tones. En altres països (Egipte, Myanmar, Estats Units, Corea del Sud, Taiwan) les produccions són encara significatives, però menors.

8

Pel que fa als altres països europeus amb un cert volum de producció (UK, França, Grècia, Itàlia, República Txeca, Polònia)³ el tipus d'aqüicultura que si desenvolupa és força més tecnificada (depenent també de l'espècie i del país), per tant, potser no implica possibilitats de comerç per a grans volums de producció, sinó productes molt més tecnològics i especialitzats. La producció

³ Veure Figura 4. Font: <http://www.feap.info/feap/>

Reptes i oportunitats en sanitat en aqüicultura per a les empreses

PRODUCTION (tons)	YEAR							
COUNTRY	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AUSTRIA	2,308	2,229	2,148	2,410	2,543	2,632	2,632	2,632
BELG.-LUXBG.	1,520	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
CROATIA	9,840	9,605	8,456	9,350	9,950	9,550	10,430	10,930
CYPRUS	1,790	1,861	2,090	3,515	3,598	3,582	3,425	4,000
CZECH REPUBLIK	18,660	17,946	18,337	18,798	19,892	18,870	19,803	19,980
DENMARK	40,100	39,800	35,550	36,000	36,610	37,760	37,870	37,500
FAROE ISLANDS	49,138	55,000	62,746	37,518	22,677	14,846	25,173	33,800
FINLAND	15,492	14,894	12,201	12,335	13,693	14,000	11,000	12,000
FRANCE	59,155	55,300	49,470	51,010	48,770	50,655	49,194	48,435
GERMANY	36,150	36,000	36,000	34,750	35,106	35,106	35,106	35,106
GREECE	66,550	73,500	78,500	79,500	83,600	100,000	72,000	130,000
HUNGARY	17,733	18,408	17,735	17,735	17,837	17,697	15,114	15,114
ICELAND	8,070	3,467	6,147	8,917	8,355	8,478	6,852	6,852
IRELAND	24,213	24,173	19,340	15,421	13,220	11,607	13,060	15,420
ITALY	62,900	60,100	56,900	59,100	59,845	60,705	59,700	60,925
MALTA	1,235	1,116	1,000	913	931	931	931	931
NETHERLANDS	6,700	6,400	8,275	8,475	9,650	9,300	8,640	8,640
NORWAY	485,400	543,400	594,570	580,570	655,364	690,950	841,450	870,450
POLAND	34,310	30,750	33,760	33,431	33,241	38,831	37,451	37,451
PORTUGAL	4,940	5,040	6,040	6,040	6,040	5,040	5,040	5,040
SPAIN	54,620	57,200	57,514	62,668	56,835	66,154	61,959	79,439
SWEDEN	7,254	6,084	6,506	6,828	6,922	6,922	6,922	6,922
TURKEY	66,972	62,510	67,250	71,250	78,850	92,750	100,250	114,250
UTD. KINGDOM	165,259	162,461	179,248	168,550	140,793	135,814	159,057	161,367
Grand Total	1,240,309	1,288,444	1,360,983	1,326,283	1,365,522	1,433,379	1,584,258	1,718,383

* The production level includes also countries outside the European Union.

Figura 4. Produccions aqüícoles a la UE.

espanyola és comparativament menor⁴, però també prou significativa. Tanmateix, cal tenir en compte que d'aquesta producció, una bona part (180.000 tones) corresponen a mol·luscs, principalment musclos, i el nivell de tecnificació és equiparable al d'aquests països.

2.1 Visions globals: situacions particulars

D'aquestes dades es pot comprovar com els països asiàtics dominen, de lluny, el panorama productiu mundial, però alhora, en una anàlisi més detallada, es pot comprovar que en molts d'aquests països (la majoria emergents o subdesenvolupats) l'activitat aqüícola es basa en sistemes de producció extensius i molt poc tecnificats.

Per tant, tot i que encara no hem entrat a valorar la significació de la gestió de la salut en l'aqüicultura, aquests escenaris ens indiquen un alt volum de producció basat en un sistema amb una escassa tecnologia i, per tant, les aproximacions

⁴ Al voltant de les 250.000 Tones. Font: Subdirecció General de Estadística del MARM, dades de 2008.

més immediates a realitzar hauran d'estar pensades justament en aquest binomi (volums/baixa tecnificació). Tanmateix, si com és de preveure els volums de producció es mantenen o s'incrementen en els propers anys, és previsible que amb l'emergència dels països com la Xina o l'Índia s'hi afegixin també la majoria de països del sud i est asiàtic (ampliació de mercats) i l'evolució a la que ens portarà aquests canvis seguint, per exemple, l'evolució històrica de l'aqüicultura a països desenvolupats o fins i tot el de la indústria de la gambeta, implicarà que cada vegada més aquests sistemes productius estiguin més tecnificats i necessitin un suport sanitari més important i adequat a aquestes necessitats de tecnificació.

Per tant, en els propers anys i en aquests països, les perspectives de possibilitat de negoci en sanitat poden ser importants tant en volum com en desenvolupament. Un molt bon exemple de cap a on apunten aquestes necessitats estan

exemplificades en la producció de panga al sudest d'Àsia ⁵.

En aquest informe es dona una visió força interessant per a una espècie d'aqüicultura totalment emergent com és el *Pangasius* ("panga"), on es comprova que el "boom" de la producció d'aquesta espècie ha estat possible per un costat,

12



Foto. *Pangasius hypophthalmus* (www.fishbase.org)

gràcies a les seves interessants propietats zootècniques (rapidíssim creixement, necessitats nutricionals molt més baixes que en altres espècies, aprofitament de nutrients vegetals...) i, per l'altra,

⁵ Vegeu: "Informe sobre la distribució de *Pangasius* spp. en España". (http://www.acuiculturainformacion.com/.../Informe_Panga_2008.pdf).

a l'explotació d'uns recursos naturals (delta del Mekong, sobretot) i d'una gran disponibilitat de ma d'obra extraordinàriament barata i amb estructura "familiar" molt adient per a l'establiment de petits negocis familiars. A aquesta oportunitat, ràpidament se li va acoblar la tecnologia americana i europea de processament de peix i distribució mundial ràpida i econòmica (valors afegits molt importants), per arribar al mercat que tenim avui en dia. Malauradament, i com tot fenomen explosiu, aquest ràpid desenvolupament ha portat el descontrol en determinades formes i usos que s'han expressat en els recents problemes de rebuig per part dels consumidors a aquest producte, degut a la detecció de residus d'antibiòtics o de substàncies prohibides en els filets, la detecció de contaminacions perilloses per bacteries (*Listeria*, *Vibrio cholera*...) o, senzillament, per posar-se al descobert les deficientes condicions de manteniment de la producció. Aquestes crisis han fet que, en els darrers quatre anys, les empreses més importants de producció i exportació de panga estiguin fent esforços importants per intentar millorar les condicions de producció i controlar l'ús

i l'eficiència dels productes terapèutics, tant qualitativa com quantitativament.

3. La sanitat com a necessitat i oportunitat específica de negoci

De tots és coneguda la importància del sector sanitari i el volum de negoci que mou a nivell mundial i què representa, sobretot, en el camp de la sanitat i la salut humana, però també és molt remarcable el volum econòmic que genera en el camp de la salut animal i vegetal, especialment pel que respecta al món agroalimentari, dels animals de companyia i de l'esport. Pel fet de que són organismes vius, en l'objectiu de l'activitat econòmica sobre la que giren, el concepte de "malaltia" gairebé sempre suposa un greu obstacle per aconseguir els objectius de benestar, qualitat i rendibilitat econòmica necessaris per a l'activitat. Per tant, la sanitat i la gestió de la salut, en general, esdevenen un dels puntals més importants a tenir en compte en qualsevol activitat d'aquest tipus. En aquest sentit, l'activitat que gira al voltant de la sanitat implica, majoritàriament, la

gestió professional per part dels veterinaris, enginyers agrònoms, biòlegs i altres professionals relacionats amb la sanitat, però també, en bona part, a l'entorn de tota una sèrie de productes farmacològics, biològics i fitosanitaris i de productes relacionats amb el món de la nutrició i la zootècnia, que permeten a aquests professionals poder gestionar de forma eficient tots els aspectes relacionats amb la profilaxi, prevenció, tractament i gestió integral de les malalties.

3.1 Productes zoosanitaris: comparació entre espècies (cas d'Espanya)

En concret, el 2008-2009 a Espanya, en el mercat dels productes sanitaris i per a nutrició⁶, el sector porcí és el que representa més pes dins del camp de la salut animal (243,22 milions d'euros), seguit del vaquí, amb 209,14 milions d'euros, i el dels gossos i gats, amb 146,21 milions d'euros. Comparativament, el de l'aqüicultura tan sols va suposar un volum de 1,36 milions d'euros. Aquests resultats podrien resultar *a priori*, sorprenents i

⁶ Font: Veterindústria

decebedors si tenim en compte els volums de producció d'espècies com la truita, l'orada, el llobarro o el turbot. Tanmateix, no és sorprenent trobar aquestes dades, ja que des d'un punt de vista estadístic, moltes vegades és difícil identificar el destí final de molts productes quan la espècie de destí no és per a la que està predeterminat . Aquest és un dels grans problemes dels productes zosanitaris en l'aqüicultura, al menys a Espanya: gairebé no existeixen productes específicament llicenciats per a espècies d'aqüicultura i, per tant, la gran majoria de productes utilitzats són productes que, si bé el seu principi actiu es pot utilitzar en peixos segons la normativa Europea (tenen MRL per a peixos o bé estan en l'annex 2), s'han d'utilitzar a partir del “*principi de la cascada*” i a partir de preparats farmacològics disponibles per a altres espècies, però sempre sota el concepte de “prescripció extraordinària”. En aquest sentit, per remarcar aquest punt, a Espanya només hi ha una única premescla medicamentosa específica per a peixos (Flumesyva®).

Les darreres modificacions a la “Llei del Medicament”⁷ han complicat encara més la possibilitat de poder realitzar tractaments terapèutics, perquè també han restringit molt la possibilitat de sol·licitar provisionalment importacions de productes d’altres països de la UE, encara que en aquests països estiguin específicament aprovats per a l’aqüicultura i, sobretot, la gestió eficient d’aquests productes.

Per a d’altres, com els desinfectants i els antiparasitaris externs, la problemàtica de la manca de productes específicament registrats per l’aqüicultura fa que el sector es trobi amb seriosos problemes quan ha de realitzar tractaments, doncs no pot fer-ho precisament degut a que les regulacions existents no tenen en compte les necessitats específiques d’aquest sector ni les possibilitats que disposa el sector farmacèutic per donar-les. Per tant, el desenvolupament de productes específicament dissenyats per el seu ús en aqüicultura serien molt ben benvinguts per al sector, tot i que el marc normatiu existent no ho facilita gens.

⁷ RD 1132/2010, de 10 de setembre, modificant el RD 109/1995.

Aquesta problemàtica serà presentada amb més detall més endavant, en els apartats corresponents als productes terapèutics / zoonosanitaris.

18

Finalment, voldria també incloure en aquest apartat una breu referència cap el món dels peixos ornamentals / aquariofília.

Tot i que semblaria, *a priori*, un mercat molt menys important, es tracta d'un mercat potencialment interessant, on els animals produïts i comercialitzats incrementen considerablement el seu valor afegit durant el seu procés de comercialització. Dades de la FAO indiquen que, en total, el món, dels peixos ornamentals mou globalment uns 15.000 milions de dòlars.

En tractar-se també d'animals de companyia “especials”, els circuits de comercialització dels animals, dels equips auxiliars (aquaris i sistemes de manteniment) i dels productes, també són sovint (amb algunes excepcions, sobretot en aquaris d'alta tecnologia) mot diferents als de l'aqüicultura,

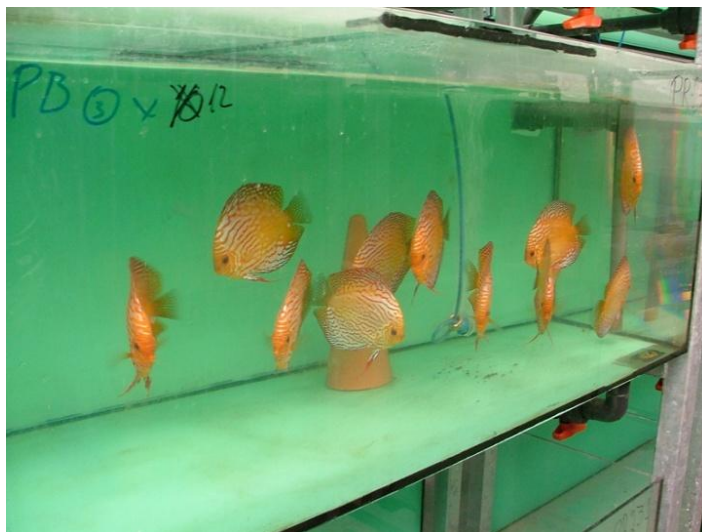


Foto: C. Aguilera

i fins i tot als d'altres animals de companyia. En aquest apartat no ens allargarem més en comentar com és aquest mercat específic, però per a més informació, recomanem consultar les webs de la FAO, de la OATA o de l'OFI⁸.

⁸ FAO: (<http://www.fao.org/fishery/topic/13611/en>)

OATA: (<http://www.ornamentalfish.org/>)

OFI: (<http://www.ornamental-fish-int.org>)

4. La sanitat dins de l'aqüicultura des del punt de vista econòmic

20

4.1 Una breu introducció

Com ja hem comentat anteriorment respecte al món agroalimentari en general, la sanitat també representa per a l'aqüicultura un dels principals aspectes a tenir en compte juntament amb d'altres aspectes com són la nutrició o la gestió de l'aigua, entre d'altres.

Existeixen algunes revisions més o menys generals sobre el paper que té la sanitat dins de l'aqüicultura,⁹ o que es poden trobar ocasionalment també a publicacions més divulgatives especialitzades, com *l'Aquaculture Health International* o de forma més o menys habitual en articles de revistes com *Global Aquaculture Advocate*, *Fish Farmer*, *Fish Farming International*, *Hatchery International*, *European Aquaculture Society* o *World Aquaculture Society*, entre d'altres.

⁹ Com són les de Bondad-Reantaso et al., (2005) o les realitzades per la FAO (<http://www.fao.org/docrep/003/ab412e/ab412e09.htm>)

Els impactes de la sanitat sobre l'aqüicultura es poden considerar des de diversos àmbits. Potser el més directe i obvi són les pèrdues directes per malalties degudes a la pròpia activitat aqüícola, però també cal considerar altres àmbits, com els derivats de les regulacions sanitàries internacionals, que ordenen els moviments comercials dels animals aquàtics i dels seus productes des del punt de vista zoosanitari, o bé els derivats dels costos dels programes sanitaris aplicats en aqüicultura i els derivats de la recerca en aquesta matèria.

Les patologies són, realment, una causa molt important de pèrdues per a les empreses. Cada espècie, cada zona geogràfica i cada sistema de cultiu presenten característiques específiques que fan que les incidències i les intensitats en les que es presenten les malalties siguin diferents. D'una forma global, alguns dels impactes més importants a nivell mundial de les diferents patologies en aqüicultura han estat recopilades a l'article de *Bondad-Reantaso et al. (2005)*.

De totes maneres, les dades existents estan molt atomitzades i corresponen a dades aproximades per a períodes determinats. En el cas d'Europa, per

exemple, hi ha alguns reculls (*Ariel and Olesen, 2002*) on es descriuen de forma resumida les principals patologies que afecten a l'aqüicultura europea, i on es pot obtenir informació actualitzada a partir del Laboratori de Referència Europeu de Malalties de Peixos¹⁰, en especial els informes tècnics anuals dels diferents laboratoris nacionals de referència:¹¹, tot i que en aquests reculls, al igual que els que es poden obtenir en la OIE, poques vegades es fa referència explícita a la quantificació econòmica de les pèrdues per patologia. En quant a patologies, a Espanya existeixen algunes publicacions (*Libro Blanco de la Acuicultura en España*), on es fa referència explícita al tema de la sanitat, però també es planteja des d'un punt de vista molt general, sense fer referència a quantificacions econòmiques específiques.

Darrerament, i dins del marc de la JACUMAR, també s'ha dut a terme un projecte interessant i complet (GESAC), on s'ha fet una avaluació mitjançant anàlisi de risc de les malalties amb més importància per al sector aqüícola marí espanyol,

¹⁰ (<http://www.crl-fish.eu>)

¹¹ (http://www.crl-fish.eu/Activities/technical_reports.aspx)

utilitzant un sistema d'avaluació de risc on l'impacte econòmic s'hi considera, tot i que d'una manera implícita i no quantificada. També, dins la plataforma Vet+i, s'està intentant fer una aproximació al coneixement de quines són les malalties amb més rellevància a nivell de l'Estat, tot i que queda per veure si integrarà el component econòmic.

4.2 Valoració

4.2.1 Economia en sanitat animal i de la sanitat aqüícola

No es fàcil obtenir dades contrastades sobre el que suposen les pèrdues globals per malaltia en aqüicultura i més encara si es volen incloure les pèrdues associades a la malaltia. Si bé sobre els temes d'anàlisi econòmic en sanitat animal, en general existeixen algunes referències en llibres i revistes més o menys remarcables (*Rushton, 2009, Thrusfield, 2005*), és de destacar que només existeixen alguns articles on es comenten aspectes genèrics sobre l'economia de la gestió de la sanitat

en aqüicultura (*Bondad-Reantaso et al., 2005*), i encara menys on es tracti l'anàlisi econòmic de la sanitat en aqüicultura d'una manera global (*Peddie and Stott, 2002 i 2003*). Fins i tot, en una recerca sobre les temàtiques tractades, als articles publicats a *Aquaculture Economics & Management*, el nombre de publicacions on es tracten temes de sanitat és molt baix.

4.2.2 Alguns exemples

De totes maneres, per posar alguns exemples generals dels impactes econòmics que impliquen les malalties en aqüicultura, podríem dir que en un informe de la ADB/NACA del 1991, en una valoració global, es consideraven unes pèrdues de fins a 3.000 milions de dòlars les produïdes per malalties i que varen afectar als principals productors de crustacis (gambetes) entre 1987 i 1994. De forma més concreta, a Tailàndia es considera que les pèrdues ocasionades per dues malalties víriques en les gambetes poden arribar a valorar-se en uns 650 milions de dòlars. A Europa, com ja en parlarem en propers apartats, els costos associats als brots d'ISA en països com Noruega, Canadà o Escòcia poden arribar a suposar entre 8 i

25 milions d'euros per a les indústries d'aquests països. Encara no es disposen de dades concretes, però molt exemplificador podran ser les dades que es donin sobre les pèrdues ocasionades pels recents brots d'ISA a Xile en els darrers 2-3 anys. Les dades que es disposen actualment sobre la dramàtica reducció de la producció de salmó en aquests països així ho fan preveure.

Pel que fa al volum de negoci de la sanitat en l'aqüicultura, en un document relativament recent de l'*Institute of Aquaculture* de la Universitat de Stirling, s'estimava una inversió en R+D en aquest camp d'uns 10,3 milions de dòlars per a unes vendes totals d'uns 303,8 milions d'euros¹².

¹² ADB/NACA. 1991. *Fish Health Management in the Asia-Pacific Region. Report on a Regional Study and Workshop on Fish Disease and Fish Health Management*. ADB Agricult. Dep. Rep. Ser. No 1. Network of Aquaculture Centres in the Asia-Pacific Region, Bangkok.

4.2.2.1 Exemples d'eines de valoració econòmica de la malaltia aplicats a l'aqüicultura

Des del punt de vista estrictament econòmic, les decisions sobre quina estratègia es pot prendre es poden estructurar o gestionar utilitzant diferents metodologies. Algunes d'aquestes són les que proposen *Peddie i Scott* (2003), habitualment utilitzades en sanitat humana i també animal i que, en aquest cas, han estat utilitzades de forma específica per a l'aqüicultura, i que són:

El cost del tractament per peix

Es tracta d'un enfocament força simplista, on el resultat és el que es deriva de:

Cost nominal del peix mort* - preu de les despeses en prevenció i tractament**

*normalment preu valorat per unitat per aquell pes. Aquest preu per unitat pot variar en funció de les altres variables considerades abans quan hem parlat de "pèrdues".

**preu per unitat de peix: normalment inclou el cost dels productes utilitzats, de la operativa necessària (instruments, material auxiliar) i de la mà d'obra aplicada per administrar-lo. En alguns casos també cal tenir en compte si durant el procés de l'aplicació del tractament (terapèutic o profilàctic) pot existir la possibilitat de que una part dels peixos més debilitats mori a conseqüència del propi tractament.

Els marges del tractament

En aquest cas, l'enfocament és més general cap al balanç global de l'empresa. Es calcula de la següent forma:

$$\text{Valor de la producció final*} - \text{Costos variables**}$$

*Es consideren com a tal la valoració econòmica de la producció teòrica prevista menys el valor dels peixos que es moren i el valor de la reducció de creixement per l'aplicació del tractament, i, que teòricament ambdós haurien de tendir a zero, si consideréssim un bon sistema de tractament no agressiu pels animals.

**Els costos variables inclourien els costos de producció habituals (alevins, aliment, energia, etc.) més els costos inherents a la compra dels productes per al tractament i la seva aplicació.

Elaboració de Pressupostos Parcial (Partial Budgeting)

Es tracta d'una forma d'avaluació i presa de decisions utilitzada en gestió econòmica empresarial i, particularment, utilitzat en l'esfera agroalimentària, on es comparen els costos i els beneficis de l'execució de diferents alternatives i on no són considerats per al càlcul aquells aspectes de l'activitat que no són sensibles de poder afectar el resultat de l'execució. Es tracta d'un sistema molt dependent de la fiabilitat i qualitat de les dades a analitzar. Per tant, no considera aspectes com la gestió de risc ni es permet retroalimentar-se a partir d'informació a temps real de l'evolució dels resultats.

Aquesta forma d'avaluació es basa en valorar els següents conceptes:

- a) Els beneficis addicionals que reportarien els canvis realitzats en la gestió sanitària.
- b) La disminució de despeses que reportarien els canvis realitzats en la gestió sanitària.
- c) La pèrdua de bénefics com a conseqüència dels canvis realitzats en la gestió sanitària.
- d) L'augment de les despeses com a conseqüència dels canvis realitzats en la gestió sanitària.

Aquest seria, per exemple, el model que es pot adoptar respecte la decisió d'incorporar o no una vacuna per a peixos a la estratègia de l'empresa, ja que es coneixen de primera mà dades com les mortalitats produïdes per la malaltia i els nivells mínims de protecció que proporciona la vacuna.

Anàlisi de costos-beneficis

Aquest és un sistema més complex que els anteriors que es troba de forma més clàssica en models de sanitat humana, i que en sanitat animal ha estat tradicionalment utilitzat per analitzar aspectes econòmics de plans de sanejament i eradicació de malalties infeccioses. Aquest model sí té en compte el factor “període temporal”, de

manera que contempla els costos/beneficis futurs, és a dir, que es valora molt més els beneficis a curt termini que a llarg termini.

De forma simplificada:

$$\text{Valor present} = \text{Valor en el futur} / (1 + \% \text{ anual del tipus d'interès} / 100)^{\text{numero d'anys en el futur}}$$

De forma aplicada, podria ser una forma de valorar fins a quin punt les inversions a realitzar (per exemple, demanar un préstec per comprar un aparell de desinfecció) poden donar beneficis suficients durant la seva vida útil tenint en compte la seva amortització i les variacions en quant a les despeses i els beneficis que es poden obtenir.

Determinació del punt d'equilibri/llindar de rendibilitat

Aquest és un model en el qual la complexitat és més gran, però també es més acurat en la seva capacitat predictiva i està molt estès en sistemes d'anàlisi sanitari. El concepte més general és determinar en quin moment els costos totals s'equilibren amb els guanys totals que s'obtenen

per aquesta activitat econòmica, és a dir, a partir de quin moment val la pena invertir en aquella proposta sanitària o tractament perquè, al menys, cobreixin els costos de producció. En aquests tipus d'avaluació es poden considerar múltiples situacions, com per a exemple, quin seria el lliand de rendibilitat en volum (milers o tones) de peixos produïts perquè l'aplicació d'un determinat protocol preventiu, com ara una vacunació, fos rentable. En aquest tipus d'anàlisi és important el concepte de "venda", ja que qualsevol problema derivat d'un bloqueig de venda suposa la generació d'unes despeses de manteniment i ocupació de les instal·lacions (i risc extra de malaltia o mortalitat).

Sobre el terreny, aquest model d'anàlisi ens permet determinar quines poden ser les solucions alternatives i econòmicament més adequades per a cada volum de producció desitjat. Un exemple clàssic és la consideració del impacte de la malaltia a partir de considerar la biomassa en risc, que pot venir determinada, per exemple, pel nombre de peixos d'una edat d'alt risc existents alhora en una mateixa instal·lació. Aquest nombre de peixos pot variar molt si s'opta per un procés de producció en continu (varis lots de producció més petits i d'edats

diferents en la mateixa instal·lació), o bé per lots (lots de cria amb un nombre gran de peixos amb una edat uniforme i creixent alhora en la mateixa instal·lació). En el primer del casos, la biomassa en risc (si existeix una edat crítica) pot ser més o menys constant en el temps, mentre que en el segon cas, tota la biomassa entraria en risc i en gran quantitat en el mateix moment. Per tant, les decisions de com gestionar-ho poden ser molt diferents, ja que en el segon cas està clar que el risc es maximitza durant un període concret, mentre que en el primer, el risc és menor però pot estar latent, (o no), durant tot l'any.

Anàlisi per arbres de decisió

Aquests són una eina important d'anàlisi i presa de decisions bàsicament predictiva, que està molt àmpliament utilitzada en medicina humana ja que permet establir diagrames de construcció predictiva basades en algoritmes que es generen a partir d'opinions d'experts o de bases de dades molt amples i fiables generades a partir d'un gran nombre d'observacions, on les dades es recullen de forma ordenada i categoritzada. En el disseny d'aquests, en forma d'arbres o de models de

decisió, es creen unes entrades inicials o es descriuen les problemàtiques inicials de les que sorgeixen, a manera de branques, establint-se diferents possibilitats d'actuació on es contemplan valors esperats o utilitats esperades, calculades a partir dels algorismes construïts a partir d'informacions prèvies o de les opinions qualificades. Es solen considerar diferents tipus de nodes: de decisió, de probabilitat, nodes finals, etc. i es poden incloure també a l'anàlisi conceptes com preferències o polítiques específiques d'empresa. Els arbres de decisió s'han utilitzat en sanitat de peixos com a eines complementàries a l'avaluació i gestió de riscos sanitaris per a determinades malalties, tot i que per la seva relativa complexitat, no estan prou introduïdes o, quan ho han fet, ha estat sovint utilitzant més la idea de diagrames de flux que no pas arbres de decisió.

Simulació de sistemes

Aquests sistemes són generalment utilitzats per avaluar tant programes epidemiològics en medicina preventiva humana i animal, com programes de control i d'eradicació de malalties concretes, i es basen en la creació de models

matemàtics de modelització a través de computador per explorar, comprendre i millorar les actuacions i decisions a prendre en aquests programes. La simulació de sistemes realitza una anàlisi dinàmica que permet veure com es comporta aquest propi sistema en el temps i predir els resultats en els que, per la seva llarga durada, sigui impossible fer-ne estudis pilots.

Programació lineal

És una eina utilitzada sovint per a estudis econòmics en medicina humana com a mètode analític per desenvolupar models de salut que optimitzin la gestió dels recursos a través de sistemes matemàtics. De forma resumida, aquests models contenen objectius, decisions i elements de restricció dels recursos disponibles que permeten optimitzar les millors opcions d'actuació des del punt de vista financer. En aqüicultura, per exemple, els models de programació lineal estan molt desenvolupats en el camp de la formulació de pinsos, i permeten obtenir dietes molt equilibrades per a una determinada espècie a partir d'un ventall ample de matèries primeres i amb el menor cost possible per part del productor. També hi ha

exemples d'anàlisi lineal per optimitzar estratègies de producció. En el camp de la salut en aqüicultura aquesta podria ser també una eina interessant, especialment si es volen comparar diferents estratègies sanitàries per a una instal·lació i buscar-ne la més rentable.

Programació dinàmica

Encara més sofisticada que la programació lineal, la programació dinàmica és una tècnica d'anàlisi matemàtic computacional que s'utilitza per a resoldre grans problemes mitjançant el seu desglossament en una seqüència de problemes més simples en els que existeix una única variable. Són sistemes aplicables tant a la gestió més general de malalties (epidemiologia de poblacions), com per trobar els sistemes de gestió més eficaços davant d'un problema o, fins i tot, es poden utilitzar en recerca per a descobrir models d'organització més probables de determinades substàncies, com seria el cas de la recerca en bioquímica.

A més a més de tots aquests exemples indicats per *Peddie i Scott* (2003) en temes de salut, en

aqüicultura es poden adaptar altres models d'anàlisi econòmica aplicada a la salut com els que es descriuen a *Drummond, Sculpher, Torrance, O'Brien & Stoddart (2005)*, el de *Morris, Devlin & Parkin (2007)* o el de *Phelps (2010)*.

4.2.3 Alguns exemples concrets d'anàlisis econòmiques en sanitat aqüícola

Aquests exemples solen venir d'anàlisis econòmiques fetes a diferents nivells. Hi ha anàlisis econòmiques generalistes i bàsicament descriptives, sobre les que se suposen problemàtiques sanitàries importants en espècies amb una producció molt alta, com per exemple la ISA (Anèmia Infecciosa del Salmó) en el salmó Atlàntic (*Salmo salar*) i, en concret, amb els problemes que històricament han tingut països productors d'aquesta espècie com són Noruega, Canadà, Escòcia i, darrerament, Xile.

En el cas d'Escòcia, en una valoració realitzada pel seu Parlament el 1999, s'estimava que, al 1997, l'activitat productiva del salmó representava un total de 6.334,5 FTE's (*full-time equivalents* o equivalents en treball a temps complet) amb un

valor industrial de 270 milions de lliures, i on l'impacte per la malaltia (tant per mortalitats directes com per els sacrificis sanitaris obligatoris) varen suposar un cost total de 38 milions de lliures, aproximadament un 14% del total d'aquest valor industrial, a més de la reducció de la producció prevista en els anys següents i els costos associats al nou model de seguiment sanitari que es va establir posteriorment.¹³

Recentment, tot i que no s'aplica directament sobre aspectes purament econòmics, el *risk assessment* (avaluació de riscos) estan essent amplament utilitzats com a eina d'avaluació prèvia a la gestió d'aquest, i s'aplica molt més directament sobre aspectes molt més econòmics. Normalment, aquesta avaluació de risc s'està aplicant en l'avaluació de riscos associats als moviments i comerç internacional d'animals aquàtics (Peeler et al, 2007; projecte DIPNET, Workpackage 2) i com a eina per ajudar a prendre decisions sobre com actuar. En aquest sentit, la directiva de la UE 2006/88/UE incorpora l'avaluació de riscos com a important eina de

¹³http://www.scottish.parliament.uk/business/research/pdf_res_notes/rn99-20.pdf.

gestió per obtenir criteris fiables per a l'establiment de programes de control i gestió sanitàries en aqüicultura, que han d'estar implementades a través de lleis i ordenances a nivell nacional, com és el cas a Espanya amb el RD1614/2008.

També existeixen casos més concrets (*Juarez i Martínez-Cordero (2004)*, *Sanchez-Zazueta y Martínez-Cordero (2009)*) on es quantifiquen, mitjançant un anàlisi econòmic, casos més concrets de gestió de risc i valoració de costos operacionals en maneig sanitari en producció de crustacis.

Tanmateix, queda palesa la manca d'exemples existents, el que probablement pugui dificultar l'obtenció de referències per a realitzar anàlisis econòmiques futures en aquest camp.

4.3 Malaltia equival només a mortalitats...o hi ha més consideracions?

39

En qualsevol valoració de les pèrdues de valor de l'activitat productiva en espècies d'aqüicultura, cal considerar tant les despeses directes ocasionades per la malaltia com les derivades de la manca de rendibilitat de les instal·lacions i operacions productives respecte al seu potencial màxim. Per tant, caldria contemplar les següents possibilitats:

- 1) **Pèrdua de valor de l'animal mort:** aquesta és, potser, la pèrdua de valor més obvia. Cadascun dels animals morts té un "valor econòmic intrínsec" que oscil·laria entre el preu de compra de l'aleví, per exemple, en el cas que la malaltia s'esdevingui just al començament del procés productiu, i el preu de mercat, en el cas que la malaltia afecti a animals que estan ja en pes per sacrifici. El valor entre l'aleví i el peix al final del procés augmenta progressivament, però no de forma proporcional, ja que cal tenir en compte la valorització progressiva del peix pel fet d'haver estat més temps en la instal·lació, és a dir, que una pèrdua al

començament del procés productiu és més fàcil se substituir (en el mercat es poden aconseguir més alevins) que no pas en un animal que ha passat mesos a la instal·lació.

- 2) **Pèrdua econòmica per la gestió** de les mortalitats (mà d'obra extra per recollir els peixos morts, disposició en contenidors *ad hoc*, costos del gestor mediambiental per la recollida selectiva de bioperillosos)
- 3) **Pèrdua d'utilitat econòmica** associada a les pèrdues d'unes perspectives clares de benefici, el que seria semblant al que es considera concepte de "lucro cesante" en la jurisprudència. Tot i que no és sempre fàcil realitzar aquesta valoració, i que sovint es presta a debat sobre com tractar-lo des d'un punt de vista d'anàlisi econòmica, el que sí és evident és que qualsevol mortalitat produeix que els lots d'animals supervivents estiguin constituïts per un nombre menor d'exemplars que els previstos inicialment. Si bé els costos variables de producció (aliment sobretot) poden ajustar-se *a posteriori*, els costos fixes continuaran sent els mateixos per a una biomassa de producció menor i, per

tant, penalitzaran el cost total de producció per unitat produïda, i, en conseqüència, el marge de benefici previst.

- 4) **Disminució de la “performance” dels animals durant el període de malaltia:** la malaltia afecta severament als paràmetres productius, principalment al potencial de creixement durant aquell període, alhora que provoca un retràs en el cronograma de creixement previst, el que dificulta la gestió operativa del circuit “collita-sembra”.
- 5) **Pèrdua de valor del producte acabat:** en molts casos, la malaltia, sobretot si es presenta en les fases finals de producció, pot donar lloc a problemes en l’aspecte extern de l’animal (pell, pigmentació, aletes, conformació general...) que facin que perdi qualitat final i que, per tant, s’hagi de vendre amb una categoria (i preu) inferior a la que hauria de tenir.
- 6) **Pèrdues per alimentació:** en una situació de malaltia, els índex de conversió de l’aliment empitjoren notablement, alhora que canvien els nivells d’alimentació, el que provoca que es malmeti el pinso que és administrat, però no ingerit, sobretot en

situacions d'administració automàtica. Molt sovint, també, cal donar l'aliment de forma manual, fet que augmenta els costos de mà d'obra.

- 7) **Pèrdues econòmiques per limitacions logístiques:** moltes vegades, davant un brot de malaltia, els animals no se'ls pot sotmetre a les pràctiques zootècniques habituals (biometries, classificacions, moviments, vacunacions o, fins i tot, collita). Per tant, totes aquestes operacions han de ser postposades fins a la finalització del brot, fet que suposa nous endarreriments en el calendari productiu, que també acaba afectant a la rendibilitat de les instal·lacions.
- 8) **Pèrdues econòmiques per tractament.** Els tractaments, sigui contra malalties bacterianes com per a malalties parasitàries, comporta uns sobre costos afegits que poden ser molt importants en pinsos medicats amb antibiòtics o amb productes terapèutics, sobretot si els tractaments s'allarguen durant molt de temps o s'han de repetir per brots recurrents. Al cost propi del producte, (antibiòtic, pinso medicat, producte terapèutic), cal afegir els

costos derivats de la seva distribució (mà d'obra), i els problemes logístics derivats de tenir que gestionar de forma específica a aquells lots amb la malaltia.

- 9) **Pèrdues econòmiques per “període de carència”**. Molts dels productes terapèutics utilitzats, especialment els antibiòtics, tenen un període de retirada, és a dir, que cal esperar uns dies des que es finalitza el tractament. Aquest període de carència depèn del tipus de producte i també de la temperatura de l'aigua, ja que en peixos es determina per graus/dia.
- 10) **Problemes logístics derivats de la gestió mediambiental d'efluents** procedents d'un tractament. Depenent del tipus de producte utilitzat, els problemes de l'impacte ambiental dels efluents amb el producte poden ser majors o menors, i inclouen des de la toxicitat directe en ecosistemes, passant pels problemes dels residus d'antibiòtics i el seu potencial com a productors de soques bacterianes resistents, fins als problemes d'imatge que pot patir l'empresa. Actualment, aquest és un punt a tenir molt en compte a l'hora

d'apostar per molècules i compostos específics per al tractament que tinguin un baix o nul impacte mediambiental.

- 11) **Pèrdues econòmiques si la malaltia està sota programa de seguiment i control oficial i és considerada dins el marc de la normativa europea (i espanyola en el nostre cas), com a malalties sobre les que cal fer una gestió a nivell d'administració, on dependent dels casos, la sospita d'un brot pot comportar des de la immobilització temporal d'un estoc fins a la destrucció total del mateix.**
- 12) **Problemes per aquelles empreses que desitgin obtenir un "label" o certificació específica.**
- 13) **Pèrdues econòmiques si aquesta malaltia també crea dificultats a la comercialització a altres països d'animals vius (ous o alevins) o de producte acabat.**
- 14) **Pèrdues ecològiques** o al menys mantenir-se dins uns estàndards propers a empreses amb sostenibilitat.
- 15) **Pèrdues econòmiques** derivades de la minva de bonificacions en les **assegurances**.

16) Potencial impacte en bioseguretat humana.

Tot i que per sort molt poques de les malalties en peixos tenen un cert potencial zoonòtic, no és descartable que algunes d'elles (Micobacteriosi), en el futur, puguin ser considerades.

17) Aspectes de benestar animal:

darrerament aquest concepte està tenint cada cop més importància dins de les activitats relacionades amb el món animal i també, per descomptat, de la producció. La malaltia es considera “*per se*” un factor negatiu per al benestar animal , alhora que també pot ser considerat com un indicador de l'existència de problemes. En els darrers anys, les empreses productores prenen cada cop més consciència d'aquest fet, no només per la imatge externa que pot donar una correcta aplicació de les normatives i recomanacions existents, sinó també pel convenciment que, amb un respecte per al benestar dels peixos o animals aquàtics produïts, es repercuteix considerablement en la qualitat del producte final obtingut.

18) Imatge empresarial i/o del sector: és evident que la visió de peixos morts en les

instal·lacions o en la seva proximitat (rius, gèbies en el mar), apart dels evidents riscos epidemiològics inherents, pot donar una pèssima imatge de l'empresa i del sector. Aquests riscos són encara més importants si les empreses es troben properes a zones amb intensa població humana (per exemple, zones turístiques).

Per tant, tots i cadascun d'ells són arguments prou sòlids i potents per poder ser tinguts en compte a l'hora de valoritzar els costos econòmics de la malaltia en una instal·lació aqüícola.

D'altra banda, un cop reconeguts els possibles efectes detrimentals (amb implicacions econòmiques directes o indirectes) de la malaltia a les instal·lacions, cal determinar com evitar-les o al menys reduir-les. I és aquí on entra l'elecció del model de gestió sanitària més adequat per intentar minimitzar aquestes pèrdues. Tanmateix, el disseny i l'aplicació d'aquest model no és fàcil, ja que cal ajustar-lo a les condicions particulars de cada centre, a les seves possibilitats operatives i també ajustar els costos econòmics inherents als mateixos als possibles beneficis a obtenir. En molts

casos, cal disposar prèviament d'elements basats en dades epidemiològiques i en gestió de risc, com els que hem esmentat abans, i de persones experimentades i amb coneixement d'aquesta activitat per poder prendre les decisions més assenyades.

47

En tot cas, les decisions preses han de tenir en compte els criteris econòmics, òbviament, però alhora han de ser compatibles amb aspectes relacionats amb el respecte al mediambient i en un darrer terme, amb la sostenibilitat global.

5. Gestió de la prevenció del tractament de les malalties en aqüicultura: possibilitats concretes de negoci

Dins de la gestió i prevenció de les malalties de les espècies cultivades en aqüicultura podem trobar diferents elements: productes específics utilitzats en prevenció i tractament (terapèutica), materials, aparells i sistemes auxiliars i expertesa.



Figura 5.Reptes i oportunitats sanitàries de l'aqüicultura

5.1 Productes terapèutics

En aquest apartat, considerarem bàsicament aquells terapèutics que es poden utilitzar en aqüicultura per a aquelles espècies destinades a consum humà i que estan sota un marc legislatiu, de regulació i de control més important que no altres productes que poden ser utilitzats en espècies que no vagin a consum humà.

Dins aquest segon grup es poden considerar productes específics per a aquarioflia/peixos ornamentals. En aquest segon grup, tot i que a

priori no sembli presentar un especial interès, el moviment econòmic que mou el món dels peixos ornamentals és molt considerable, com hem esmentat anteriorment. En aquest sentit cal indicar que a diferència dels productes utilitzats en aqüicultura destinada a consum humà, els productes terapèutics per a peixos ornamentals presenten les següents característiques:

- La normativa aplicable és menys restrictiva.
- Es poden utilitzar molts més productes ja que no existeixen les restriccions derivades de la perillositat per al consum humà.
- Solen tenir uns requeriments d'aprovació molt més senzills per a la seva posada en el mercat i per a la seva exportació.
- Normalment es poden comercialitzar sota l'epígraf genèric de "condicionadors d'aquari".
- No calen estudis d'eficàcia i seguretat.
- Es poden vendre per vies més directes i per circuits com botigues d'animals de companyia o botigues especialitzades, sense tenir necessàriament control veterinari.

- Permeten formulacions molt més obertes i sense tenir que indicar els productes que el componen ni les quantitats.
- Són productes que, normalment, es venen en petites quantitats i que poden suportar un valor afegit (preu de venda – costos de producció) relativament alts.
- Per contra, els volums de producció per aquests productes són baixos.

Com a exemples d'empreses amb productes existents al mercat, esmentaríem Tetra, Sera GmbH, Mardel Laboratories, Argent, Aquarium Pharmaceuticals, Seachem, i a Espanya, per exemple, ICA¹⁴.

¹⁴ (http://www.icasa.com/ICA/Templates/acua_level_2.asp).

5.2 Productes terapèutics per a ús en aqüicultura: problemàtica general

51

En general, dins dels productes considerats com terapèutics i utilitzats en peixos d'aqüicultura per a consum humà, podem tenir dos grans grups: antibiòtics i antiparasitaris, i desinfectants externs. Si bé existeix una relativament extensa informació científica sobre l'utilització de productes terapèutics en peixos, la realitat demostra que aquesta utilització està molt més restringida degut, en un primer terme, a la normativa europea sobre medicaments d'ús en animals, en la que s'autoritza el seu ús en animals destinats a consum humà només de determinats principis actius en funció de la perillositat potencial que puguin tenir la presència dels residus d'aquests productes o dels seus metabòlits per a l'home en cas de consumir aquests animals. Aquesta normativa, a més, té la peculiaritat d'autoritzar o no el principi actiu no només en funció de la naturalesa pròpia del producte, sinó també en funció de l'espècie animal a la que s'ha d'aplicar. En aquest sentit, per exemple, parlarem de si un determinat antibiòtic té MRL's per a peixos o no, i fins i tot si els té per a peixos o només salmònids. Per tant, ja existeixen

inicialment unes restriccions importants per al tipus de producte, espècie i també per a la forma d'aplicació. Aquí, l'aqüicultura juga amb un notable desavantatge respecte a les produccions d'animals terrestres, ja que el nombre de molècules o principis actius aprovades per a peixos és molt menor. Bona part d'aquests aspectes ha estat contemplats per *Daniel (2009)* en una interessant revisió sobre els productes terapèutics utilitzats en aqüicultura en el Mediterrani.

Els productes que han passat aquest primer “filtre” (és a dir, productes que estan autoritzats), han de passar després per un segon filtre, que és que aquests principis actius o molècules terapèutiques, per poder ser comercialitzades, han de ser-ho a través d'un producte comercial, sigui una premescla medicamentosa o un altre tipus de producte zosanitari. És a dir, a la ja de per si restrictiva llista de l'EMA (*European Medicines Agency*) s'afegeix posteriorment la dramàtica escassetat de productes llicenciats específicament per a peixos. Tal i com hem comentat anteriorment, actualment a Espanya només existeix un producte (Flumesyva, de Laboratorios Syva) específicament llicenciat per a peixos. Les raons per aquesta

escassetat de productes són bàsicament l'escàs interès per part de la indústria de productes zosanitaris per desenvolupar productes específics degut a que els costos econòmics que han d'assumir les empreses per llicenciar el producte (que són els mateixos sigui quina sigui l'espècie animal considerada), no compensen els guanys que es poden obtenir per la venda d'aquest. És més, la mateixa llei del medicament permet que, per el que ells anomenen "espècies menors", l'ús sota responsabilitat del veterinari i per el "sistema de la cascada", productes llicenciats existents al mercat que contenen aquell mateix producte actiu. Aquesta possibilitat de prescripció, que en principi semblaria una raonable via de sortida al problema dels productes per espècies menors, presenta un problema greu en el cas de l'aqüicultura i és que les formulacions per a altres espècies no estan dissenyades per a ser utilitzades en condicions d'aqüicultura. Moltes vegades, els nivells d'excipientació del producte, el tipus d'excipient, la forma de presentació del producte, etc., no tenen en compte conceptes *a priori* molt obvis, com que la gran majoria dels productes terapèutics s'han de donar a través de l'aliment (per tant, incloure amb el pinso), amb nivells d'ingesta baixos (alimentació

a baixes temperatures), que el producte haurà d'estar molt concentrat i que aquest aliment haurà de contactar més o menys estona amb l'aigua (dolça o salada) abans de que sigui ingerida pel peix, que la mida del pinso (sobretot per alevins de peixos marins, és molt petita, a nivell de micròmetres) o bé que el producte ha d'administrar-se per bany en un medi aquàtic amb unes condicions físico-químiques molt variables (pH, duresa, temperatura). Per tant, molts dels productes formulats per a una espècie animal (terrestre), poden representar formulacions inadequades o, directament, no ser una opció vàlida per a peixos.

5.3 Antibiòtics

Potser dins dels antibiòtics és on més limitacions existeixen, però alhora són el grup de productes terapèutics més utilitzats en aqüicultura. La seva utilització més habitual o al menys, en volum, és en forma de premescles medicamentoses per afegir a l'aliment. De forma més secundària es poden utilitzar en forma de banys (dissolts en aigua), i de

forma molt més ocasional, en forma injectable (pràcticament només en terapèutica d'animals ornamentals o en gestió clínica d'exemplars valuosos, com són els reproductors).

55

En aquesta darrera opció es fan servir formulacions preexistents d'humana o de veterinària per a d'altres espècies, ja que per la seva forma d'utilització tan esporàdica i en tant poca quantitat, no és viable econòmicament disposar de productes comercials específics. En quant als banys amb antibiòtic, aquesta és una pràctica poc recomanable degut als problemes que suposa a nivell mediambiental i de generació de resistències. De totes maneres, l'utilització de banys amb antibiòtic pot tenir un cert sentit en determinats casos en els que s'utilitzin volums reduïts d'aigua (i per tant, poca quantitat d'antibiòtic) com seria el cas de les administracions via bany en peixos ornamentals o bé en els casos on no és possible o difícil administrar-ho per via oral o parenteral, com seria el cas de medicacions amb antibiòtics en larves o alevins que no hagin començat la fase d'alimentació externa.

L'utilització d'antibiòtics via oral i els tipus de productes utilitzats poden variar segons les legislacions existents en aquesta matèria. Als països de la UE, o als Estats Units, existeixen normatives molt restrictives que tenen com objectiu bàsic harmonitzar l'ús d'antibiòtics per intentar evitar l'aparició de resistències i preservar la seva eficàcia, sobretot en medicina humana, alhora que regular i traçabilitzar la seva producció, ús i distribució. En altres països les normatives poden ser similars o més laxes.

En el marc específic de la UE, l'EMA és qui regula les autoritzacions dels antibiòtics que es poden utilitzar per cadascuna de les espècies, i el marc legislatiu bàsic que utilitza és el Reglament CEE 2377/1990. En aquest reglament només s'autoritzen aquells antibiòtics existents en els annexes I i III, amb les seves corresponents MRL/LMR (*Maximum Residue Levels*, Límit Màxim de Residus). En el cas dels peixos, la llista és relativament extensa i inclou antibiòtics com l'amoxicilina, la flumequina, l'àcid oxolínic, l'eritromicina, el florfenicol, l'oxitetraciclina i les sulfamides potenciades (que són les més habitualment utilitzades per a peixos), però també

considera la possibilitat d'utilització d'altres antibiòtics també emprats en altres espècies de producció animal, com ampicilina, oxacilina, cloxacilina, dicloxacilina, bencilpenicilina, danofloxacina, difloxacina, enrofloxacina, sarafloxacina, tetraciclina i clortetraciclina, lincomicina, tilmicosina, tilosina, colistina, spectinomocina i paramomicina. Per tant, a Europa (o per productes d'aqüicultura que s'hagin de vendre a Europa) tots aquests antibiòtics estarien dins del marc legal genèric europeu.

Els antibiòtics no contemplats en aquests annexes no podran ser utilitzats en aqüicultura llevat que s'aportin els estudis necessaris que garanteixin la seguretat en la seva utilització, i sobretot, els estudis de residus corresponents que permetin assignar unes MRL/LMR i incorporar-los a les llistes I o III.

En quant al mercat de productes zosanitaris antibiòtics (sobretot premescles), cada país disposa d'una sèrie de productes antibiòtics llicenciats per a espècies concretes. La realitat és que, en el cas dels peixos, l'oferta de productes i tipus de presentacions és diferent, però en tots els casos

força escassa, sobretot en comparació amb els productes disponibles per a altres espècies. Les legislacions sobre medicaments de cada país tendeixen (llevat excepcions) a autoritzar l'ús en cadascun dels països només dels productes que estan registrats per aquest país (sigui per sol·licitud pròpia de registre o per reconeixement mutu) i en general, l'utilització de productes registrats en altres països, encara que sigui de la UE, està força limitat.

En el cas d'Espanya, la legislació és força restrictiva en aquest sentit, autoritzant només aquells productes registrats a Espanya per a peixos¹⁵.

Com que en el cas espanyol fins al moment només existeix un únic producte amb aquestes característiques (Flumesyva), la llei permet utilitzar altres productes en peixos pel que es coneix com a “lleï de la cascada”, premescles medicamentoses on l'espècie de destí sigui diferent a les originalment indicades per a aquest producte. És a dir, que en absència, per exemple, d'una formulació d'oxitetraciclina com premescla medicamentosa per a peixos, es poden utilitzar

¹⁵ Vegeu RD 109/1995, RD 1470/2001, Llei 29/2006, RD 1409/2009 i RD 1132/2010.

premescles amb oxitetraciclina destinades a altres espècies (respectant sempre el màxim període d'espera). Tanmateix, el que semblaria una solució raonable, moltes vegades es converteix en un problema, ja que sovint els productes disponibles a Espanya es presenten amb una concentració o tipus d'excipientació que els fa poc viables per a ser utilitzats en pinsos per a peixos.

Davant d'aquesta problemàtica, en el passat, la legislació permetia que, sota la consideració de “manca de producte sanitari específic registrat en el país”, es pogués sol·licitar la importació extraordinària de productes registrats en altres països. Aquesta possibilitat, però, ha quedat tancada per el nou RD 1132/2010.

Per tant, aquesta nova normativa restringeix molt les possibilitats terapèutiques disponibles i, per tant, es crea la necessitat de poder disposar a Espanya de medicaments (premescles antibiòtiques) que s'adeqüin a les necessitats de l'aqüicultura, estiguin o no destinades específicament per a peixos. Bàsicament aquestes necessitats són:

- premescles amb baixa excipientació/alts nivells d'inclusió del principi actiu.
- Utilització d'excipients que previnguin el *leaching* o la pèrdua de producte en posar en contacte el pinso amb l'aigua.
- Formulacions del producte que millorin l'eficàcia i seguretat en peixos (la farmacocinètica i farmacodinàmica pot variar molt per la pròpia estructura i característiques dels peixos i del medi on viuen: aigua dolça, aigua de mar, etc.).
- Formulacions del producte que permetin obtenir una reducció substancial del període de retirada per a peixos.

A més, si aquests productes poden ser aplicables i registrables per a diverses espècies de destí, s'augmenta el ventall d'aplicació, així com la possibilitat de sol·licitar el registre del producte a altres països.

5.4 Antiparasitaris i antifúngics (via oral)

A banda de les premescles d'antibiòtics, en el món de l'aqüicultura tenen importància una sèrie

d'altres productes terapèutics (apart dels externs) que es poden donar via oral, la majoria d'ells antiparasitaris. Les consideracions que hem esmentat per a les premescles medicamentoses són també aplicables a aquest productes i, en concret, a Espanya només existeix un producte registrat (Slice®:Enamectina). Aquest producte està destinat a tractar l'infestació per un crustaci copèpode paràsit en els salmons. Curiosament, en el cas d'Espanya, tot i estar llicenciat, aquest producte té una molt limitada aplicabilitat, ja que la producció de salmons és residual i, avui dia, no existeix cap malaltia significativa en espècies comercials cultivades on es tinguin dades de l'efectivitat d'aquest producte o del seu principi actiu, tot i que sí que podria ser-ho en patologies importants que existeixen, per exemple, en el llobarro o l'orada a Grècia i Turquia. També per a copèpodes paràsits hi ha alguns productes, com l'Azamethiphos, un organofosforat comercialitzat a Gran Bretanya amb el nom de Salmosan® i que s'utilitza en banys, o els Diflubénzuron i el Teflubénzuron, dos acylureas autoritzades per al tractament oral en salmònids (Dimilin® i Calicide®), així com cipermetrines i deltametrines (bany). Precisament per la importància que tenen les

parasitosis causades per copèpodes és la raó de l'existència d'aquest ample ventall d'antiparasitaris contra copèpodes. Per contra, existeixen unes altres malalties per paràsits (monogenis, microsporidis, mixosporidis, *Ichthyophonus...*) on determinades molècules o productes com el Toltrazuril, Mebendazol, Praziquantel, Levamisol, Fumagilina) han demostrat un cert efecte terapèutic. Algunes d'aquestes substàncies terapèutiques estan disponibles en formulacions terapèutiques (pols oral, solucions aquoses) per altres espècies i, sobre el paper, algunes d'elles (sobretot les que estan en l'annex II), potencialment es podrien contemplar per a peixos, ja que tot i no estar específicament indicades per aquests, no es considera que necessitin MRL.



Foto: F. Padrós

De totes maneres, en cas d'existir productes zoosanitaris amb aquests principis actius, poques vegades responen a les necessitats d'incorporació a l'alimentació de peixos. En altres casos, simplement no es contempen dins els productes zoosanitaris disponibles.

5.5 Desinfectants i antiparasitaris externs

Tal vegada, aquests són un dels productes que s'utilitzen tradicionalment en major quantitat en aqüicultura. Si bé són considerats productes "terapèutics" en peixos i tots ells es contempen a la llista II com que no tenen MRL assignades, moltes vegades no queda ben definit si s'han de considerar com a medicaments, productes zoosanitaris, productes condicionadors d'aigua o simplement molècules o principis actius que es poden utilitzar a partir de matèries primeres. Entre els productes més habitualment utilitzats tenim el formol, l'àcid acètic o paracètic, el peròxid d'hidrogen, la cloramina o el clorur de benzalconi. Darrerament també s'han incorporat noves molècules com el bronopol.

El problema no és menor, ja que la seva consideració dins una o altre tipologia pot fer variar la seva possibilitat d'utilització. A més a més, es tracta de productes que es poden trobar en el mercat amb varies tipologies de producte. Per exemple, el clorur de benzalconi es pot trobar com a producte industrial amb molta puresa (matèria primera), producte principal en productes de desinfecció de superfícies (sol o associat), per a tractament d'aigües (principalment per a piscines), o com a producte zoosanitari i producte per a indústries alimentàries (sovint associat al formol). Per tant, productes al mercat n'hi ha, el que no queda gens clar és si es poden utilitzar de forma indistinta o sota quines condicions es pot fer. Fins i tot, les apreciacions sobre els usos admesos o no admesos poden variar segons les legislacions existents a diferents comunitats autònomes (l'ús adequat del formol a instal·lacions d'aqüicultura ha estat probablement un dels darrers temes de debat i font de problemes en algunes comunitats). Sembla que la tendència és a que cada vegada hi hauran més restriccions cap a l'utilització d'aquests productes en piscifactories com a producte "a granel" i que, en cas d'utilitzar-se, hauran de ser en forma de productes en formats més específics,

sigui com a productes per condicionar l'aigua, o bé com a productes zosanitaris. Per això sembla que, a curt termini, existirà una necessitat de productes desinfectants registrats que legalment puguin ser utilitzats a les piscifactories i que puguin aportar dades sobre quina és la forma més eficaç perquè la seva aplicació sigui més efectiva per prevenir i/o tractar determinades malalties.

En aquest sentit, en els darrers anys han començat a aparèixer alguns productes comercials amb formulacions específiques per a aqüicultura o bé que tenen en compte a les piscifactories a l'hora de publicitar-se comercialment i també a l'hora d'aportar informació tècnica sobre l'aplicació del seu producte. Molts d'aquests productes no han estat productes específics per a l'aqüicultura, sinó que són formes de preparació del producte (formulació) que les fan més adients per l'aqüicultura. Possiblement, el desenvolupament de molècules específiques per al tractament i prevenció en aqüicultura sigui rendible econòmicament només en grans volums, per això, en cas de voler desenvolupar-ho es pot pensar en productes per al mercat internacional i, sobretot, per als països on en podrien necessitar en més

quantitat, o bé es pot anar per una altra via que necessita menys inversió i mirar si determinats productes ja en el mercat poden ser susceptibles (amb o sense variació en la seva composició) per l'aqüicultura. En aquest sentit, existeixen ja alguns productes comercials a països europeus com el Sanosil¹⁶ i també a Espanya, on ja es presenten games específiques de productes biocides zosanitaris desinfectants per a l'aplicació en aqüicultura amb aquest tipus de productes com Ox-aquaculture, Ox-virin¹⁷, Halamid i Pyceze, que s'han desenvolupat en col·laboració amb empreses del sector aqüícola.

Apart d'aquests productes zosanitaris abans esmentats també cal destacar que, per part de Cenavisa¹⁸, una empresa de productes zosanitaris de Catalunya i també en col·laboració amb empreses del sector aqüícola espanyol, s'ha aconseguit registrar i comercialitzar a Espanya un medicament a base de formaldehid (formol) específicament per a la seva utilització en banys terapèutics en peixos. Tots aquests productes

¹⁶ <http://www.sanosil.com/espanol/-des-aplicacion-piscicultura-htx.htm>

¹⁷ <http://www.oxcta.com/es/>; <http://www.halamid.es/Acuicultura.htm>
<http://santamix.es>

¹⁸ <http://www.cenavisa.com>

demostren que existeixen necessitats i vies possibles de poder treballar en aquestes línies de desenvolupament de productes específics per a peixos.

67

Finalment, cal esmentar també que, dins l'apartat de productes desinfectants i antiparasitaris, en el món de l'aquariofília existeix una varietat força important de productes que es solen distribuir principalment a través de les botigues d'animals de companyia i especialitzades en peixos ornamentals i que, com ja hem descrit anteriorment, tenen menys requeriments legals per al seu registre i distribució. Aquests productes normalment es venen com a "tractaments generals", "tònics generals" o, en alguns casos, com a antiparasitaris o desinfectants generals contra malalties concretes (Costiasi, Punt Blanc). Aquestes formulacions solen ser combinacions de formol amb molècules com sulfat de coure, colorants (blau de metilè, verd de malaquita), acriflavina o permanganat potàssic. Tot i que existeixen forces marques comercials al mercat i que les tirades de producte són limitades, degut a la senzillesa de les seves formulacions i per el preu que tenen a mercat, el marge comercial d'aquests pot arribar a ser interessant.

5.6 Productes immunoprolífics: immunològics (vacunes)

68

Dins dels productes profilàctics, els productes immunològics (vacunes) són un dels més utilitzats en sanitat en aqüicultura. A diferència de la resta, són productes amb unes característiques més tècniques ja que estan destinats a la lluita i control de malalties específiques i, per tant, la decisió de la seva aplicació està basada en l'avaluació del risc epidemiològic de cada empresa i de cada grup de producció.

Realment és difícil resumir quina és la situació de les vacunes en el món de l'aqüicultura, però en termes generals es pot dir que:

- En sistemes d'aqüicultura intensiva tecnificada (cas del salmó a Noruega, Xile, EEUU, Canadà, etc.), les vacunacions es realitzen de forma sistemàtica, amb plans de vacunació ben definits per a cada zona i per a cada situació de risc. Normalment, en aquest mercat solen estar força implantades les grans multinacionals de salut animal (principalment Novartis,

Intervet-Schering-Plough Animal Health i també Pharmaq), i les vacunes d'àmplia producció estan basades, sobretot, en vacunes per a salmó i truita i per a malalties de salmònids, incloent vacunes front a bacteries, però també per virus, on darrerament s'han desenvolupat vacunes per a virus d'importància com la ISA, tot i que també s'estan avaluant possibilitats de desenvolupament de vacunes per altres malalties víriques en salmó, com la del Pancreas Disease o IPN, i també per a d'altres malalties molt esteses en altres espècies i produïdes per virus, com el cas de Nodavirus.

- En sistemes menys tecnificats, també es solen utilitzar vacunacions, tot i que normalment es restringeixen a bacterines i sovint es vacunen només durant la fase juvenil. En aquest context, també es consideren les bacterines utilitzades en intensiva (forunculosi i Yersiniosi, en salmònids), afegint també vacunes més específiques per a la truita com les vacunes per combatre la lactococosi o bé vacunes

per combatre malalties bacterianes marines, com les provocades per *Vibrios* (principalment *Vibrio anguillarum*), per *Photobacterium damsela subs piscicida*, *Tenacibaculum sp.* o *Streptococcus paraubéris*. Recentment, tenen interès les vacunes front *Streptococcus iniae*, una malaltia emergent per bacteris grampositius (Norvax Strep SI) o front les infeccions per *Edwardsiella tarda*. En aquest sentit, apart de les vacunes disponibles comercialitzades per els grans grups Novartis i *Intervet-Schering-Plough*, cal esmentar, de forma especial i meritòria, l'esforç que han realitzat els laboratoris Hipra per desenvolupar i comercialitzar moltes de les vacunes disponibles actualment a Espanya i a d'altres països de la UE, especialment en aquest segment de les bacterines. Es tracta d'una aposta realitzada des de fa temps, aprofitant l'experiència i el *know-how* existent en fabricació de vacunes per a d'altres espècies terrestres per cobrir les emergents necessitats que existien en l'aqüicultura a Espanya i que han estat d'inestimable ajuda.

Una bona part de les vacunes esmentades anteriorment formen part dels productes immunològics disponibles per a peixos comercialitzats per aquesta empresa.

71

- També s'ha d'esmentar que, a Espanya, existeix la possibilitat de comercialització d'autovacunes, és a dir, vacunes formulades i desenvolupades a partir d'aïllaments específics. En aquest sentit, moltes vegades les autovacunes han estat eines fonamentals que han permès, per una banda, una ràpida resposta per a la protecció davant malalties emergents (sobretot bacterianes), ja que la producció de bacterines és relativament senzilla i, per altra banda, han servit com a pedra angular per al desenvolupament posterior de vacunes ja plenament registrades. A Espanya, algunes empreses (Acuitec, Hipra) i centres de recerca amb capacitat de producció d'aquestes vacunes (que pel fet de ser bacterines són de producció de volums limitats) han realitzat una tasca molt important.

Per tant, davant d'aquest panorama general tenim, pel que fa a la necessitat de vacunes, les oportunitats següents:

72

- Les vacunes més tecnificades i per espècies rellevants i d'alt valor comercial, com els salmons, estan essent comercialitzades per a les grans multinacionals de la sanitat animal. Per tant, cal tenir en compte que són empreses que molt probablement marquin la pauta.
- Les vacunes per espècies o malalties de zones més específiques, com algunes espècies marines mediterrànies (orada, llobarro, corbina) o atlàntiques (turbot, llenguado) amb produccions significatives, poden ser un objectiu interessant. Es tracta d'espècies amb produccions geogràfiques més reduïdes, però amb un volum total de producció prou gran per poder planificar produccions mínimes de vacuna. Cal destacar la implantació que té Hipra en aquest mercat des de fa anys.

- Les vacunes per a espècies emergents, com Cobia, Tilapia i Panga seran molt importants en els propers anys. Es tracta d'espècies que, de moment, s'han produït de forma molt poc tecnificada, però que ara estan canviant el seu sistema de producció de forma accelerada. En aquestes espècies, les malalties, principalment les bacterianes, són actualment un coll d'ampolla important i és previsible que no puguin avançar sense assegurar la immunoprofilaxi vacunal contra aquestes. Per tant, el panorama en aquestes espècies està molt obert i, potencialment, poden ser consumidors de gran quantitat d'aquestes vacunes. Tanmateix, cal considerar quins són els llocs de producció (sud-est asiàtic, centre i sudamèrica), els preus de venda en aquelles zones, el possible interès de les multinacionals i també la possibilitat de l'entrada de vacunes procedents de zones més properes (els xinesos estan començant a produir vacunes molt competitives).

En aquests tres segments és important indicar que encara es pot treballar amb formulacions

especialitzades de vacunes (per bany, per injecció o orals) que millorin l'aplicabilitat o eficàcia (vehicle, adjuvant) o el desenvolupament de vacunes i pautes vacunals per a espècies molt concretes i d'alt valor (per exemple, per a llenguado, seriola o potencialment tonyina) que superin les propietats de les vacunes actualment disponibles.

5.7 Altres productes amb relació directe amb salut i benestar en peixos (nutricionals)

Dietes normals i dietes salut

Dins del concepte de salut en zootècnia, cada vegada tenen més importància els productes que, incorporats a la dieta, tenen un efecte beneficiós pels animals. La varietat de productes existents en el mercat és molt àmplia, com àmplies són els efectes aparentment beneficiosos que els hi són atribuïts. Tradicionalment, aquests productes poden ser classificats de diferents maneres segons la seva naturalesa o propòsit. Entre ells, els més habituals són els suplementos nutricionals, entre els

que es troben les vitamines, aminoàcids, polipèptids, nucleòtids, enzims, etc., que basen els seus beneficis vista de l'eficàcia nutricional. De totes maneres, no es pot separar totalment la nutrició de la salut, ja que estan sempre lligats per múltiples aspectes. Una alimentació i nutrició adequades es consideren sempre la base per poder aconseguir un correcte estat de salut, per tant, tot el que es pugui fer per millorar les propietats nutricionals dels aliments en aqüicultura tindrà una repercussió clara en la salut dels animals. Cada vegada, la influència de la nutrició sobre la *“performance”* dels peixos, des del punt de vista de l'estat de salut i la resistència a malalties, té més importància, a més, dels efectes clàssics sobre el creixement i sobre els índex zootècnics associats. D'altar banda, el món de la nutrició animal i també el de l'aqüicultura estan revolucionats per l'incorporació de noves matèries primeres degut als continus moviments de disponibilitat i de preus de mercat que es produeixen darrerament. Aquestes noves matèries primeres poden ser molt interessants, però també necessiten una acurada avaluació prèvia de forma i en quines proporcions poden incorporar-se als diferents tipus de dietes dissenyades. Per tant, cada vegada més prenen

importància els suplementos nutricionals destinats a complementar o modificar aquestes dietes i fer-les idònies per a cada espècie, rang d'edats o necessitats zootècniques específiques.

76

A part de la funcions específicament nutricionals, alguns d'aquests suplementos tenen funcions més específicament dirigides cap al manteniment de l'estat de salut de l'animal, sigui directament per a la gestió de les barreres de protecció de l'animal (fonamentalment el sistema digestiu) o bé del seu sistema immune. A banda de les vitamines o alguns polipèptids als que se'ls atribueix activitat sobre el sistema immune, tradicionalment en aqüicultura els productes més habituals utilitzats són els productes immunoestimulants o immuno-moduladors, els probiòtics i els prebiòtics.

En alguns casos, aquests productes han estat desenvolupats i estudiats en altres espècies, principalment aus i mamífers domèstics i, amb més o menys estudis previs, han estat incorporats en l'aqüicultura. La pregunta però, és aquesta: ¿tenen aquests productes la mateixa eficàcia (demostrada) que en altres espècies?. La resposta no es fàcil i

dependrà de cada producte en concret i per a l'objectiu que es desitgi utilitzar-lo.

Existeix en la literatura científica, i també en la informació comercial, un nombre relativament important de dades sobre la suposada eficàcia d'aquests productes i de les formulacions comercials que contenen en espècies d'aqüicultura. De totes maneres, aquesta informació és, moltes vegades, fraccionaria i de complexa interpretació ja que els resultats no solen demostrar grans i clares diferències, sinó sovint només tendències que no són fàcils de valorar des del punt de vista tecnològic, logístic o econòmic de si val la pena incorporar-los per part de l'empresa. Per això, en aquests casos, els dissenys experimentals i els seguiments de les proves per determinar els pretesos beneficis d'aquests productes i un acurat i seriós anàlisi de les dades són fonamentals.

77

Immunomoduladors

Probablement són les molècules que més s'han utilitzat en aqüicultura com a potenciadors del sistema immune (per exemple Macrogard®, Vetregard® o el Chitosan) són els productes que

contenen diferents quantitats i tipus de glucans, manans, altres polisacàrids derivats d'algues (alginats), derivats de la quitina i també d'altres molècules com el levamisol. Recentment, es prenen amb més interès una sèrie de substàncies que tenen la seva activitat com a citoquines o com a moduladors de la resposta immune a través del que es coneixen com a “*toll-like receptors*” (Bricknell & Dalmo, 2005). Entre aquestes substàncies hi han lipopèptids/lipoproteïnes, lipopolisacàrids, peptidoglicans, oligonucleòtids sintètics, àcid polyinosínic: polycitidílic (Poly I:C), etc., que poden activar determinades vies metabòliques de senyalització de la resposta immune, com per exemple, la síntesi d'interferó, proteïna MX. Tot i que existeix un important volum de literatura publicada sobre mecanismes d'activació i repressió de la resposta de diferents molècules implicades en la resposta immune front diferents substàncies amb potencial efecte immunomodulador, els beneficis sobre aquest sistema immune de l'utilització dels productes comercials, sovint és complicat d'avaluar, i molt més quan es vol fer d'una forma molt més holística i integrativa, és a dir, avaluant la repercussió sobre la salut o capacitat de resistència contra

determinades malalties o, senzillament, sobre la capacitat de no emmalaltir.

En general, aquestes substàncies estan pensades per ser incorporades als animals a través de la dieta i, en alguns casos especials, a través de banys (larves, alevins) o com a adjuvants, formant part de les formulacions de les vacunes administrades via intraperitoneal o intramuscular. En el cas de la via oral, han de ser incorporades als pinsos en la quantitat i forma més adient i que la seva naturalesa els permeti transitar pel tub digestiu i arribar al lloc d'absorció de l'intestí en les condicions més idònies per ser incorporades pel peix o crustaci.

En aquest sentit i resumint, si bé moltes de les substàncies que componen aquests productes immunomoduladors han estat descrits i demostrats científicament com a activadors de diferents vies de resposta immune, l'efecte final a nivell d'explotació no sempre és tan evident com el que pot donar un experiment *in vitro*. Per això, en el cas concret de l'aqüicultura, de l'extens ventall de molècules potencialment actives, és important demostrar, i en la mesura de lo possible,

quantificar, el seu efecte. Al mateix temps, un mateix producte que hagi demostrat la seva efectivitat en altres espècies no necessàriament ha de tenir la mateixa efectivitat en espècies d'aqüicultura. Per tant, davant la necessitat de seleccionar un o un altre producte és important:

- 1) Determinar que, a nivell experimental, les substàncies actives que incorporen aquests productes tinguin un paper fonamental en l'activació de les vies de senyalització prioritàries en les espècies de destí (peixos).
- 2) Realitzar una determinació adequada de si la resposta esperada a nivell bioquímic o metabòlic té una expressió suficientment clara i demostrable també a nivell d'organisme i, sobretot, a nivell de conjunt contra malalties concretes, o en la capacitat general de resistència dels animals.

Probiòtics

Una altra forma d'aproximació a la millora de la salut en aqüicultura ha estat l'incorporació de probiòtics com a eina per regular determinades poblacions bacterianes. D'especial interès per

aqüicultura han estat les actuacions amb els objectius d'actuar modificant la microbiota bacteriana del tub digestiu, però alhora també la modificació de la microbiota bacteriana del medi i també la microbiota resident a la superfície dels animals (totes elles molt relacionades). El maneig de les poblacions bacterianes a nivell del tub digestiu té varis interessos, entre ells la millora de la capacitat digestiva i, per tant, la millora de la capacitat nutricional de les dietes. Alhora, també té un objectiu comú al maneig de poblacions bacterianes a l'aigua, i que és la de la colonització i l'establiment de microbiotes estables beneficioses, sobretot en el sentit que dificultin l'establiment de soques bacterianes patògenes o potencialment perilloses. Possiblement fins ara, els probiòtics han despertat especial interès pel seu ús potencial en larvicultura, tant de peixos, com de mol·luscs i de crustacis. En tractar-se d'organismes poc desenvolupats i sensibles, amb escàs o nul desenvolupament dels sistemes de defensa, les larves en cultiu estan exposades a ambients microbiològics variables i de difícil control i seguiment i, molt sovint, poden patir mortalitats associades a la proliferació de determinades soques bacterianes o fúngiques. Per tant, un

establiment precoç de poblacions de microbiota estables i amb propietats favorables per a les larves que alhora impedissin o dificultessin el creixement i l'establiment de poblacions patògenes en els sistemes de cria larvària pot ser, *a priori*, una estratègia molt adequada.

De totes maneres, tot i que existeix un nombre relativament important de publicacions sobre els efectes de diferents productes i soques bacterianes amb activitat aparentment beneficiosa, en el mercat no es troben masses productes amb aquestes propietats, i la majoria d'ells o bé són productes utilitzats com a probiòtics en animals terrestres a qui es fan extensius els seus beneficis en animals aquàtics sense un suport documental mínimament sòlid, o bé es tracta de productes desenvolupats per un laboratori de recerca que apareixen a nivell experimental o pilot i que no tenen continuïtat en el mercat. Dins dels primers, cal tenir en compte en el cas dels immunoestimulants que, si bé en general, els mecanismes d'acció de les substàncies immunoestimulants sobre els sistemes de defensa poden ser relativament similars en els mamífers i aus terrestres comparats amb els peixos, en el cas

dels probiòtics, les característiques de la funció digestiva i les poblacions bacterianes residents en el sistema digestiu dels animals terrestres són molt més divergents amb la funció digestiva i microbiota present en els animals aquàtics i que, per tant, la probabilitat que aquests mateixos productes que donen resultat en animals terrestres la donin també en aquàtics és força menor. Per tant, el camí en el camp dels probiòtics potser no seria intentar estendre productes ja provats en terrestres, sinó desenvolupar productes específics per a l'ambient aquàtic.

Potser només algunes marques de productes comercials específics per aqüicultura com el Sanolife[®] d'*Inve Aquaculture*, aporten certes informacions tècniques que donen suport documental a les propietats atribuïdes per aquests productes.

També cal esmentar en aquest apartat la importància que poden tenir els probiòtics sobretot en sistemes de recirculació, on l'establiment d'una correcta microbiota bacteriana és fonamental per a la biofiltració, però també pel que fa a l'establiment d'una dinàmica bacteriana

estable i adequada per a tot el sistema. En aquariofília es poden trobar sense masses problemes productes basats en bacteris nitrificants liofilitzats. En aquest camp, potser determinats resultats d'estudis sobre bioremediació medi-ambiental (tractament d'efluents orgànics /industrials) mitjançant bacteris poden ser útils per al desenvolupament de productes amb propietats prebiòtiques amb finalitats de millorar la qualitat de l'aigua de cultiu, especialment en recirculació.

Prebiòtics

El món dels prebiòtics sol anar molt lligat al dels probiòtics, ja que precisament es tracten d'ingredients no digeribles dels aliments (inulina, diferents tipus de polisacàrids) que tenen la funció de regular la microbiota bacteriana del tub digestiu. Des del punt de vista científic, existeix un nombre relativament modest d'experiències d'incorporació de diferents tipus de prebiòtics (*Yousefian and Amiri, 2009*) i productes comercials basats en prebiòtics. Els resultats d'aquests experiments, tot i que alguns són prometedors, en el sentit que semblen donar un cert augment en determinats paràmetres de la resposta immune, des d'un punt

de vista més general cal dir que són força variables en quan a la millora de la productivitat, i encara més variables sobre els efectes indirectes en la salut dels animals testats (peixos i crustacis). Per tant, l'efectivitat d'aquests ingredients o dels productes comercials que els contenen, haurien de ser provats de forma específica per aquella espècie i tenint en compte els objectius pels que s'utilitzarà. En tot cas, s'hauria de considerar que, en la majoria de casos, aquests prebiòtics estan destinats a facilitar la colonització de determinades soques de bacteris, com els *Lactobacils* i *Bifidobacteris*, espècies que no tenen perquè formar part de la microbiota bacteriana en animals aquàtics, o que la seva presència no tingui la mateixa eficàcia que en animals terrestres.

En el cas dels animals d'aqüicultura, cal tenir en compte la possibilitat de la incorporació en el medi de determinades substàncies que puguin afavorir el desenvolupament de determinades espècies de bacteris (naturals o incorporades) amb un efecte beneficiós en la salut dels animals i que probablement puguin ser substàncies existents en el propi medi o produïdes per organismes que viuen en el medi (invertebrats aquàtics, plantes

aquàtiques), de la mateixa manera que són explorats per la recerca de substàncies d'ús mèdic. També es podrien considerar en aquest cas productes prebiòtics que actuïn en un altre sentit, és a dir, inhibint el desenvolupament de determinats tipus de microorganismes o fins i tot es pot considerar com una activitat prebiòtica la retirada del medi (pels mitjans que siguin: queladors, segrestants, inhibidors, etc.) de determinats nutrients o molècula que poden ser essencials pel desenvolupament de determinats tipus de bacteris (per exemple, el ferro o altres metalls pesants necessaris per al metabolisme de determinats bacteris com les Vibrionácees). No cal oblidar també el paper que poden desenvolupar l'incorporació de microalgues vives als sistemes d'aqüicultura, on se'ls reconeix des de fa temps un clar efecte pre i probiòtic, sobretot demostrat en el que s'anomenen sistemes de “mesocosmos”, on les microalgues juguen un paper essencial en l'estabilització dels microecosistemes que s'hi estableixen.

Aquests productes (prebiòtics), conjuntament amb els probiòtics, poden jugar un paper fonamental en

el futur, especialment considerant el desenvolupament dels sistemes de recirculació.

Anestèsics / Tranquil·litzants

87

Els anestèsics i tranquil·litzants es contemplen també com a productes terapèutics en aqüicultura i comerç de peixos ornamentals. La seva utilització normalment està associada a maneigs i manipulacions dels peixos on és necessari tranquil·litzar-los o dormir-los completament. Aquestes operacions van des d'operacions de maneig més o menys senzilles com captura, moviments entre tancs, transports on cal sedar o anestesiar els peixos per minimitzar l'estrès, reduir la taxa metabòlica o el risc de lesions, fins a maneigs més complexos com, per exemple, l'administració de vacunes via intramuscular o intraperitoneal, maneigs reproductius, implantació de xips, etc. Aquests maneigs poden ser de peixos individuals (experimentació, reproductors) o de grups grans de peixos (biometries, selecció de peixos, etc.). Per a la tranquil·lització i anestèsia de peixos es poden utilitzar diferents substàncies que normalment funcionen tant com a tranquil·litzants o com a anestèsics dependent de la concentració.

Les substàncies que normalment es fan servir són la tricaina (MS-222, metanosulfonat de tricaina), el sulfat de quinaldina, la benzocaina, el phenoxietanol i l'eugenol. Tanmateix, tot i que semblaria que el ventall de productes disponibles es prou gran, en aqüicultura existeix el problema que, per poder ser aplicades en peixos que aniran a consum humà, han de ser substàncies que, primer, han d'estar autoritzades per a la seva aplicació en peixos i també han d'existir productes (zoosanitaris) comercials registrats al menys per a d'altres espècies. Amb els anestèsics ens trobem actualment amb el problema que, si bé existeixen algunes substàncies que estan en llista II de l'EMA (productes autoritzats que no tenen MRL), com el MS-222 i la benzocaina, només existeixen productes comercials aplicables en peixos en la forma de presentació adient (en concret el MS-222) llicenciats al Regne Unit i que, amb la nova normativa existent, és difícil comercialitzar a Espanya. La benzocaina, si bé es troba en productes zoosanitaris a Espanya, la trobem amb presentacions com pomades tòpiques o com a solucions òtiques que, per la seva formulació, no permeten ser aplicables per a peixos. Per altra banda, la utilització en el passat del phenoxietanol

es considera avui dia com fóra de marc normatiu i, per tant, no hauria de ser aplicat com anestèsic. Per tant, ens trobem davant d'una necessitat molt important d'una eina terapèutica totalment necessària, que pel marc legal i per l'estructura productiva existent crea un buit terapèutic molt gran. Aquesta necessitat, a més, es veurà agreujada per la cada vegada més important pressió de l'aplicació de normatives de benestar animal que fan totalment imprescindible la utilització d'aquests productes i que, molt probablement, es faran extensibles també al sacrifici dels peixos abans de la comercialització (hi ha seriosos dubtes expressats inclús des de la EFSA, sobre la idoneïtat des del punt de vista ètic, del sacrifici per immersió directa en gel).

Darrerament hi ha hagut algunes iniciatives per intentar evitar aquesta problemàtica, que han passat per a la utilització de substàncies procedents d'extractes naturals com l'oli de clau (amb riqueses altes d'eugenol), que poden fer les funcions anestèsiques, però que alhora tenen la propietat adversa de ser substàncies amb olors molt forts que dificulten la seva aplicació, especialment en zones tancades.

Darrerament s'estan avaluant altres extractes naturals com a substàncies alternatives i que poden ser vàlides. Molt recentment també, cal indicar que la UE ha autoritzat l'ús del isoeugenol per a truites i salmons dins de la reglamentació europea, amb un temps d'espera de zero graus-dia, és a dir, potencialment utilitzable per els processos de captura i sacrifici de peixos. Es tracta d'un derivat sintètic de l'eugenol que està comercialitzat en altres països fora de la UE com a AQUI-S¹⁹. Molt probablement aquest sigui un producte molt interessant amb bones perspectives de comercialització a Europa.

Substàncies naturals

Tot i que no formen un grup propi en funció de la seva funció terapèutica, cal esmentar de forma específica la possibilitat d'utilització de substàncies naturals com a alternativa per a la prevenció i el tractament sanitari en aqüicultura. L'emergència d'aquests productes en altres sectors (bàsicament medicina humana i posteriorment extrapolat a zootècnia i animals de companyia) està, entre altres consideracions amb caràcter més o menys

¹⁹ <http://www.aqui-s.com>



Foto: Norsk Havbrucksenter

sociològic, a que aquestes substàncies naturals no estan afectades per un control administratiu tant rigorós i rígid, com la que tenen els productes farmacològics. En molts casos són substàncies que contenen, en més o menys quantitat, part de les diferents substàncies químiques que formen part dels fàrmacs, tot i que generalment en menor quantitat i barrejades amb d'altres. Per tant, són substàncies que, per un costat, es pot facilitar la seva inclusió en dietes i en aplicacions terapèutiques, però que per altra banda, disposen d'una molt menor base científica que pugui

demostrar la seva eficàcia com a productes per a millorar la salut. Per tant, el fet d'utilitzar aquests productes fa que ens movem en un territori de “literatura gris” on es fa sovint difícil separar el que és creïble i el que no. Al final, només amb estudis específics i ben dissenyats es pot determinar si definitivament aquests productes són efectius en les formes i aplicacions.

Ja hem comentat anteriorment a l'apartat d'anestèsics, com algunes substàncies (oli de clau) poden ser un producte natural amb aplicacions en aqüicultura. De la mateixa manera, extractes de plantes com la del *Derris* són rics en rotenona, havent-se utilitzat per eliminar peixos d'espècies no desitjades en preparació d'estancs per aqüicultura. Altres aplicacions d'extractes vegetals són, per exemple, l'utilització d'extractes d'all (*Allium sativum*), d'ametlla de la Índia (*Terminalia catappa*), d'oli de palma i coco (rics en àcid caprílic) i de llavors de palma i coco (rics en àcid làuric) com a desinfectants i antiparasitaris, tant externs com per paràsits del tub digestiu, o bé de plantes utilitzades en medicina xinesa amb propietats aparentment immunoestimulants, com l'arrel d'astràgal (*Astragalus propinquus*) o l'arrel

d'angelica xinesa (*Angelicae sinensis*) o l'*Aloe vera*. També s'estan estudiant la possibilitat d'incorporar extractes de plantes més locals, com el romaní (*Rosmarinus officinalis*) o la farigola (*Thymus vulgaris*) com a additius alimentaris o alternatives a la desinfecció amb productes químics.

5.8 Productes utilitzats en operacions relacionades amb prevenció i higiene

Dins de les operacions de neteja i desinfecció habituals en aqüicultura, també són necessaris productes similars als que s'utilitzen habitualment en ramaderia o en la indústria alimentària. Aquí, la necessitat de productes específics és molt menor i per tant, les instal·lacions d'aqüicultura es poden considerar també com a clients potencials per a l'utilització dels productes comercials existents.

Idealment, els que més s'adapten són pensats específicament per a l'indústria alimentària en tot el que fa referència a tancs i conduccions d'aigua (incloent camions). De totes maneres, cal tenir sempre en compte la idoneïtat dels productes a

utilitzar respecte el tipus d'aparell o característiques de la superfície o matèria a utilitzar per evitar problemes de corrosió o d'atac químic a substàncies plàstiques o de ciment (que poden deixar anar compostos perjudicials per als peixos). Atenció especial cal tenir, per exemple, en la desinfecció de les xarxes de les gàbies flotants, per les seves característiques específiques de disseny i presència de *fouling*. En general s'ha de considerar que, per aquelles superfícies que hagin d'estar en contacte amb els animals, els productes més adequats solen ser aquells que estan més pensats per a la indústria agroalimentària, mentre que els que s'utilitzen en ramaderia poden derivar en toxicitat accidental (esquitxos, presència de residus al final del procés) si no són aplicats de forma adequada. Entre aquests, destacaríem els problemes que poden ocasionar determinats productes a base de clor lliure (lleixiu, hipoclorit) o aquells que porten tensioactius. Aquí, per exemple, és important tenir en compte que determinades formes d'aplicació de productes desinfectants (líquids a pressió, vaporització), poden estar contraindicades en determinades instal·lacions d'aqüicultura, sobretot en edificis tancats,

precisament pel perill que arribin a l'aigua dels cultius.

Per a les gàbies, cal esmentar especialment la importància de desenvolupar productes desincrustants i, sobretot, *antifouling* efectius i especialment curosos amb el medi ambient.

95

5.9 Materials, aparells, maquinària i sistemes auxiliars directament relacionats amb operacions en el sector “salut”

Existeixen tota una sèrie d'equipaments específics per ajudar a les funcions sanitàries en aqüicultura que poden també representar una oportunitat de negoci per aquelles empreses que considerin tant les possibilitats d'entrar directament a dissenyar i fabricar aquests equipaments específics, diversificar la seva producció aprofitant expertesa en sistemes industrials existents, o bé treballant en la comercialització d'aquests materials o aparells.

El nombre de sistemes, maquinària, aparells o materials que tenen major o menor relació amb la sanitat en els cultius aquàtics és molt gran i, en

molts casos, es sobreposen directament amb els que s'utilitzen de forma genèrica en aqüicultura. Per tant, aquí només esmentarem breument quins podrien ser alguns d'ells i quines oportunitats poden existir en aquest sentit.

96

5.9.1 Màquines de vacunació

Per determinades malalties, espècies i rangs d'edat, la vacunació intramuscular o intraperitoneal és l'única alternativa eficaç. En truites, i especialment en salmonicultura, existeix ja maquinària específicament dissenyada (aparells de vacunació automàtica i semi-automàtica) que permeten realitzar un nombre molt alt d'administracions de vacunes en un temps relativament curt. Aquesta maquinària pot anar des de taules de vacunació especialment dissenyades per moure's entre tancs o gàbies, facilitant la tasca dels operaris vacunadors (sistemes de bombeig continu de peixos), a aparells de vacunació automàtica amb tecnologia robotitzada, on l'aparell directament és capaç de detectar, valorar i posicionar el peix i aplicar-li en el lloc escollit i amb seguretat la dosi definida de la vacuna a aplicar. Es tracta d'aparells força tecnificats, com per exemple el que

darrerament ha desenvolupat l'empresa Noruega Maskon²⁰.



Foto. Aparell vacunador

De totes maneres, aquest tipus d'aparells necessiten treballar amb uns peixos de mides i pesos molt uniformes i estandarditzades, cosa que en determinades situacions no és possible.

5.9.2 Xarxes “friendly”

És de tots conegut que les xarxes tenen múltiples aplicacions en aqüicultura al ser la manera més fàcil de delimitar zones d'aigua per al cultiu o bé de recollir els animals dins l'aigua. En molts casos, les

²⁰ <http://www.youtube.com/watch?v=aMIHpz85AR4>

xarxes solen estar pensades fonamentalment per encerclar i mantenir els peixos dins d'una massa d'aigua sense que s'escapin, però també d'altres calen aquestes xarxes per manipular-los en les operacions de classificació, biometries o *harvesting* (collita). En aquestes operacions existeix gairebé sempre una operació delicada, potencialment estressant per al peix o crustaci i que pot portar a problemes degut a un incorrecte ús dels aparells (salabres, xarxes de recollida, etc.) o bé per un disseny inadequat. A la pràctica diària és freqüent observar problemes derivats de l'utilització d'aparells inadequats.

Els problemes més freqüents són l'ús de salabres amb xarxes amb nusos, rugositats (lesions a la pell i mucus dels peixos), materials absorbents de difícil neteja, amb un pas de malla massa flexible (lesions a aletes, peixos que s'emmallen) o amb dimensions inadequades per a la mida del peix (salabres massa grans o amb cop que fan que els peixos del fons hagin de suportar tot el pes i pressió dels peixos que queden en superfície). En aquest sentit, existeix la possibilitat de dissenyar i desenvolupar malles i salabres amb aquestes característiques poc agressives i de fàcil desinfecció.



Foto: Allison Miller

5.9.3 Recobriments de tancs

Moltes vegades, els tancs que s'utilitzen en aqüicultura estan realitzats amb materials rugosos, porosos o que es degraden amb el temps, el que pot ser un problema important cara a la neteja i desinfecció. El desenvolupament de materials de recobriments específics, que siguin resistents a l'aigua (especialment marina) i a la desinfecció, que no desprenguin residus que puguin originar toxicitat crònica i fàcilment aplicables a tot tipus de

disseny pot ser també un tipus de material interessant.

5.9.4 Sistemes de bioseguretat per a circuits tancats

100

Com hem comentat anteriorment, les darreres tendències en aqüicultura aposten per la recirculació i a invertir en bioseguretat com dos factors importants a tenir en compte especialment en cultius molt tecnificats i amb espècies d'alt valor. En aquest sentit, els sistemes de control de qualitat d'aigua i, específicament en aquest apartat, els sistemes de protecció (filtració-desinfecció), cada cop tenen més importància.

Com hem esmentat, aquests sistemes de bioseguretat es basen en la combinació de sistemes de filtració (que preparen l'aigua) i de desinfecció (química, ultraviolats, ozó, electrolització), sistemes que són coneguts i utilitzats habitualment en altres activitats relacionades amb el control de qualitat d'aigua, tant des del punt de vista industrial com en el de consum domèstic. Aquí, per exemple, hi ha oportunitats de desenvolupament per a empreses

que ja tenen l'expertesa en el tractament d'aigua i que disposin d'innovacions tecnològiques en altres àrees que són fàcilment aplicables a sistemes de recirculació.

101

5.9.5 Sistemes de biocontenció, emmagatzematge i gestió de materials bioperillosos

En l'aqüicultura, com en la resta d'activitats amb animals vius, es generen unes certes quantitats de residus derivats dels animals morts, siguin en part baixes normals, baixes accidentals durant les operacions o les baixes per malaltia. En tots aquests casos, aquestes baixes han de ser considerades com material amb risc de bioperillositat que ha de ser retirat i gestionat fora de les instal·lacions. Per la tipologia del producte (peixos, crustacis, mol·luscs, facilitat de descomposició, olors, freqüència i volum d'animals morts a gestionar, grau de perillositat), cada vegada més s'està exigint a totes les instal·lacions el disposar dels contenidors apropiats per recollir i acumular aquestes mostres de la forma més adient fins al moment de la seva recollida, processat i reaprofitament, o eliminació per part de gestors de residus (depenent del tipus que sigui considerat).

En aquest sentit, cal recordar la possibilitat que la gestió d'aquests residus pugui ser també realitzada de forma coordinada, per exemple, amb centres que tinguin residus de pesca extractiva o de processament de peix i que, en cas que es pugui, aprofitar-ho com a SANDACH (subproductes animals no destinats a consum humà).

5.9.6 Sistemes de tractament d'efluents

En els recents anys, la sostenibilitat de l'aqüicultura està cobrant cada cop més importància. Cada vegada es considera més intolerable que una activitat aqüícola pugui generar impactes no acceptables ni sostenibles de diferents menes sobre el medi i el territori en el que aquestes activitats s'estableixen. La legislació actual ja és força restrictiva i és esperable que properament ho sigui molt més.

Un d'aquests possibles impactes són els efluents generats, tant pel seu volum com per la seva qualitat. A part de les consideracions sobre contaminants, sigui matèria orgànica, nutrients, residus nitrogenats, fòsfor, xenobiòtics o altres productes contaminants no desitjables, els

sistemes d'aqüicultura també han de responsabilitzar-se en minimitzar a uns nivells adequats el risc de ser responsables d'ajudar a l'expansió de malalties per una determinada àrea, bé pels seus efluent o activitats (moviments). Per tant, cada vegada serà més important que el disseny de les empreses incorpori conceptes com anells de distància de seguretat, separació eficient de sistemes aquàtics amb possibilitat de transmissió, sistemes de biocontenció i tractament d'efluents (químics o físics), etc., que garanteixin aquesta minimització del risc. Evidentment dependrà molt del tipus d'instal·lació: no és el mateix la biocontenció que pot contemplar una instal·lació de gàbies en mar obert que un centre que treballi en recirculació amb uns cabdals de renovació molt reduïts. El que les empreses puguin disposar d'una bona planificació de bioseguretat i biocontenció dels efluent i d'uns bons sistemes per garantir que la bioseguretat a través dels moviments de persones (personal) o maquinària (desinfecció de camions i vaixells) és fonamental, especialment pel que respecta a la gestió sanitària des d'un punt de vista de zona o regió. Per tant, les oportunitats de negoci en aquest camp estarien en el disseny i desenvolupament de sistemes de

gestió i biocontenció del risc de transmissió de malalties que contemplessin tots aquests aspectes. En aquest camp el sector industrial relacionat amb el tractament d'efluents agrícoles, industrials i urbans i el de la potabilització d'aigües poden aportar molta experiència i solucions molt vàlides.

5.9.7 Expertesa

Catalunya disposa d'una situació privilegiada en quant a capacitat i oportunitat per poder apostar pel desenvolupament en molts camps i, entre ells, el de l'aqüicultura. Potser si s'analitza la capacitat productiva en nombre d'empreses o en volum de producció total, Catalunya no semblaria tenir un lideratge destacable en el context espanyol o europeu pel que fa a aqüicultura. Tanmateix, possiblement les valoracions que es facin sobre els sectors no tinguin en compte qüestions com seria el del factor "capacitat". En alguns casos, hi han països i regions on convergeixen una potent activitat productiva amb el desenvolupament d'un sector tecnològic. A Europa, Noruega en podria ser un bon exemple. Tanmateix, en altres països, com podrien ser Grècia o Turquia, les produccions són molt destacades, però no així la seva capacitat

tècnica de desenvolupament, que moltes vegades requereix tecnologia i expertesa d'altres països. D'altra banda, a països europeus com Bèlgica o Holanda, on les produccions aqüícoles són limitades, és on hi radiquen algunes de les principals empreses dedicades a l'aqüicultura amb un *know-how* molt important sobre temes com l'alimentació o el desenvolupament de sistemes de recirculació.

A Catalunya disposem de tota una sèrie de valors afegits molt importants i que potser no valorem suficientment. A continuació s'exposen alguns:

1) **Històric:** tradicionalment Catalunya, dins de les seves limitacions, ha estat pionera en la recerca i desenvolupament en diferents aspectes de l'aqüicultura.

2) **Cor de recerca i capacitat formativa:** A Catalunya disposem d'un importantíssim potencial humà i tècnic en els múltiples centres de recerca en esferes agroalimentària i sanitària (Universitats, CSIC, IRTA) i a més agrupats actualment en una xarxa, la XRAq. El que és més important és que aquesta expertesa és un capital perfectament

exportable que pot obrir vies de desenvolupament i negoci molt més enllà de la pròpia Catalunya. Les possibilitats per portar a terme recerca, investigació aplicada, testatge en assaig pilot, etc. són molt importants. També s'ha de considerar de forma molt important la capacitat formativa d'aquest cor de recerca. Apart de l'expertesa i, perquè no dir-ho, l'excel·lència científica i tècnica d'aquests centres demostrada en temes com nutrició i creixement, disseny d'instal·lacions, reproducció, entre d'altres, en l'aspecte de la sanitat i el benestar en aqüicultura cal destacar que disposem d'uns equips humans de recerca amb un nivell molt alt i que a més tenen una capacitat contrastada de formar a gent perquè pugui donar el relleu i millorar encara més aquests camps. No cal dir que especialment a mig i llarg termini, és una de les inversions més rentables que podem tenir, tot i que malauradament sigui un paràmetre econòmicament poc quantificable

3) Important tradició marinera i pesquera i que evoluciona cap a una pesca molt més sostenible, reconeixent que cal establir sinèrgies amb la resta de sectors que tenen el mar com a lloc de la seva activitat i abandonant antigues posicions de

malfiament o d'enrocament en actituds poc constructives i bloquejadores. En països com el Japó han entès que també la gestió dels aspectes sanitaris pot afectar a la gestió pesquera i es treballa conjuntament aqüicultura i pesca extractiva per millorar la gestió. Això contempla aspectes aparentment poc relacionats com la gestió de *bycatch*, gestió de residus generats en vaixells pesquers (evisceració) o moviments de vaixells pesquers en zones sensibles d'activitat aqüícola.

4) **Teixit industrial** important i alhora heterogeni, el que permet aportar solucions innovadores a propostes que responguin a necessitats específiques del sector.

5) **Teixit associatiu**: El procés de dinamització del Clúster d'Aqüicultura pot aportar la creació de noves oportunitats per a sectors que poden estar relacionats o que puguin ser necessitats pel sector de l'aqüicultura. Existeixen nombrosos exemples a països com Noruega o Regne Unit de com l'existència d'una estructura associativa i tècnica potent pot facilitar-ho.

Per tot això, creiem que les oportunitats de trobar possibilitats de sinèrgies en tots els sectors implicats, són molt grans.

6. Bibliografia

Ariel, E. and Olesen, N.J. (2002). *Finfish in aquaculture and their diseases – A retrospective view on the European. Community. Bull. Ass. Fish Pathol.*, 22(2) 72.

109

Bricknell, I. and Dalmo, R.A. (2005). *Fish & Shellfish Immunology* 19, 457-472.

Daniel, P. (2009). Available chemotherapy in Mediterranean fish farming: Use and needs. In: *The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture Options Méditerranéennes, A / no. 86.*

Drummond, M.F., Sculpher, M.J., Torrance, G.W., O'Brien, B.J., Stoddart G.L. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care.* 2005. Oxford University Press.

Juarez, L.M. and Martinez-Cordero, F.J.(2004). *Operating costs and health management strategies in shrimp hatcheries. Aquaculture Economics & Management* Volume 8, Issue 3 & 4, 2004, 193 – 200.

Morris, S., Devlin, N., Parkin, D. *Economic Analysis in Health Care*. 2007 Wiley & Sons.

Peddie, S. and Stott, A. W. (2002). *Economic aspects of fish health Management – a farmer’s perspective*. *Northern Aquaculture*. March 8(3), p4-8.

110

Peddie, S. and Stott, A.W. (2003). *Applying animal health economics to fish health management*. *Fish Veterinary Journal* 7, 1-17.

Peeler, E.J., Murray, A.G., Thebault A. and Brun, E. (2007). *The application of risk analysis in aquatic animal health management*. *Preventive Veterinary Medicine*, 81(1-3), 3-20.

Phelps.C.E. *Health Economics*. 2009. Prentice Hall.

Rushton, J. *The economics of animal Health & production*. 2009. Cabi International.

Sanchez-Zazueta, E.R. and Martinez-Cordero, F.J. (2009). *Economic risk assessment of a semi-intensive shrimp farm in sinaloa, Mexico*.

Aquaculture Economics & Management. Volume 13(4) , 312 – 327.

Yousefian M. and Amiri, M.S. (2009). *A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp*. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (25), pp. 7313-7318 .

111

